

УДК 551.733.33 (470.1)
DOI 10.19110/1994-5655-2020-6-75-89

**Т.М. БЕЗНОСОВА*, В.А. МАТВЕЕВ*,
Л.Л. ШАМСУТДИНОВА****

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СТРАТИГРАФИИ И ОБНОВЛЕННАЯ СХЕМА КОРРЕЛЯЦИИ ВЕРХНЕГО ОРДОВИКА И СИЛУРА ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ И СЕВЕРА УРАЛА

**Институт геологии
им. академика Н.П. Юшкина
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар
**ООО «Тимано-Печорский
научно - исследовательский центр»
(ООО «ТП НИЦ»),
г. Ухта*

beznosova@geo.komisc.ru

**T.M.BEZNOSOVA*, V.A.MATVEEV*,
L.L.SHAMSUTDINOVA****

NEW DATA ON STRATIGRAPHY AND AN UPDATED CORRELATION SCHEME OF THE UPPER ORDOVICIAN AND SILURIAN OF THE TIMAN-PECHORA OIL AND GAS PROVINCE AND THE NORTH OF THE URALS

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

*** «Timan-Pechora Research Centre», LLC,
Ukhta*

Аннотация

В статье представлены результаты исследований, позволившие внести вклад в решение наиболее дискуссионных проблем расчленения силура, положения региональных границ ордовик-силур, лландовери-венлок, лудлов-пржидол, показавшие необходимость пересмотра и уточнения существующих стратиграфических схем исследуемой территории. Приведена схема корреляции верхнеордовикских и силурийских толщ, разбуренных скважинами на территории северо-восточного субрегиона Восточно-Европейской платформы (Тимано-Печорская область) и одновозрастных отложений западноуральского субрегиона. Корреляция возрастных и фациальных комплексов ископаемой морской фауны, а также данные по изотопному составу углерода в карбонатах позволили сделать заключение о перерывах в осадконакоплении на рубеже лландовери и венлока и в конце лудлова.

Ключевые слова:

ордовик, силур, брахиоподы, конодонты, стратиграфическая схема, лландовери, венлок, лудлов, изотопы углерода, Североуральский регион

Abstract

The paper presents the results of studies which contribute to solving the most controversial problems of the Silurian disintegration, the position of the regional boundaries of the Ordovician-Silurian, Llandovery-Wenlock, Ludlow-Pri-doli, which showed the need to review and clarify the existing stratigraphic schemes of the study area. The correlation diagram of the Upper Ordovician and Silurian strata drilled by wells in the northeastern subregion of the East European platform (Timan-Pechora region) and coeval deposits of the West Urals subregion is given. The correlation of age and facies complexes of fossil marine fauna, as well as data on the isotopic composition of carbon in carbonates, allowed us to conclude that there were interruptions in sedimentation at the turn of Llandovery and Wenlock and at the end of Ludlow.

Keywords:

Ordovician, Silurian, brachiopods, conodonts, stratigraphic schemes, Llandovery, Wenlock, Ludlow, carbon isotopes, North Urals region

Введение

В настоящее время для расчленения отложений верхнего ордовика и силура европейского Северо-Востока приняты две стратиграфические схемы: для северо-восточного субрегиона Восточно-Европейской платформы [1] и западноуральского субрегиона [2]. Несмотря на достигнутую детальность этих схем, остались проблемы, для ре-

шения которых требовалось продолжение исследований пограничных отложений ордовика и силура, лландовери и венлока, венлока и лудлова, лудлова и пржидола в целях «более точной отработки критериев определения этих границ» [2, с. 61]. Статья является сводкой ранее опубликованных и новых данных, полученных при изучении разрезов и скважин, которые здесь сведены для представления обновлённой региональной схемы.

За время, прошедшее с момента принятия этих региональных стратиграфических схем, проведено новое изучение разрезов на западном склоне Приполярного Урала, грядах Чернова и Чернышева. Вновь полученные результаты с использованием разных методов исследований: палеонтологического, седиментологического, событийного и хеомстратиграфического, позволили пересмотреть некоторые сложившиеся представления о строении разреза верхнего ордовика и силура, положении уровня границ между ордовиком и силуром, лландовери и венлоком, провести корреляцию отложений яптикнырдской свиты верхнего ордовика с одновозрастными образованиями Шотландии и Эстонии, обосновать перерыв в осадконакоплении в позднем лудлове, внести существенные уточнения, дополнения и изменения в эти схемы [3–13].

Сложность корреляции региональных подразделений верхнего ордовика и силура с другими регионами России и ярусным стандартом Международной стратиграфической шкалы (МСШ) обусловлена отсутствием граптолитовой фауны в разрезах Северо-Восточного субрегиона Восточно-Европейской платформы и западноуральского субрегиона и недостаточно изученной конодонтовой последовательности [14].

Проведено изучение отложений верхнего ордовика и силура с использованием различных методов – биостратиграфического, биоседиментологического, событийного и хеомстратиграфического.

Прослежена смена биологического разнообразия, связанная с изменением условий осадконакопления в разрезах на западном склоне Приполярного Урала, Северном Тимане, п-ове Канин, на поднятиях Чернова и Чернышева и вскрытых при бурении глубоких скважин в Ижма-Печорской синеклизе и Большеземельском районе (Печоро-Кожвинский авлакоген, Хорейверская впадина, Варандей-Адзвинская зона), а также в пределах Предуральского краевого прогиба (рис. 1). В работе также использованы опубликованные и фондовые материалы, данные ГИС, результаты описания керна более 100 скважин, изучения многочисленных палеонтологических коллекций.

Определение изотопного состава углерода в карбонатных породах проведены в ЦКП «Геонаука» Института геологии им. акад. Н. П. Юшкина ФИЦ Коми НЦ УрО РАН на масс-спектрометре DELTA V Advantage (аналитик И. В. Смолева). Значения изотопных коэффициентов определялись в промилле (‰) по стандартам PDB NBS18 и NBS19 (TS-limestone) для углерода. Погрешность определения обоих коэффициентов не превышала $\pm 0.1\%$. Коллекции литологических образцов, шлифов, а также

брахиопод, остракод и конодонтов хранятся в Геологическом музее им. А. А. Чернова Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар (колл. № 514 – литологические образцы и шлифы; колл. № 368 – брахиоподы; колл. № 654 – позвоночные) и в отделе региональной геологии ООО «ТП НИЦ», г. Ухта.

Результаты и обсуждение Пограничные отложения ордовика и силура

Проблема определения границы между ордовиком и силуром связана с тем, что количество разрезов, в которых отложения ордовика и силура вскрываются в непрерывной последовательности и охарактеризованы не только граптолитами, но и бентосной фауной, в мире ограничено. Отчетливо выраженные литологические уровни отсутствуют в разрезе Добс Линн в Шотландии, принятом в качестве глобального стратотипа для этого интервала разреза [16–19].

В настоящее время используется общая стратиграфическая шкала (ОСШ) ордовикской силурийской системы, аналогичная Международной стратиграфической шкале (МСШ) [20].

В стратиграфических схемах Урала граница ордовика и силура была условно установлена в кровле слоев с брахиоподами *Proconchidium muensteri* и *Holorhynchus giganteus* [1, 2].

В качестве типового разреза региональной границы ордовика и силура на территории Североуральского региона был предложен разрез Кожым-108 на западном склоне Приполярного Урала (рис. 1). На основе биологических данных и результатов углеродно-изотопного анализа осуществлено датирование толщ, слагающих пограничный интервал ордовика и силура, и определен рубеж между этими системами. В настоящее время этот разрез является единственным на территории европейского Северо-Востока России, в котором в непрерывной последовательности вскрываются отложения верхнего ордовика и нижнего силура, а также нижняя граница руддана, обоснованная комплексом конодонтов. Послойное описание разреза верхнего ордовика и пограничных с ним отложений лландовери, определения фауны и история изучения пограничных отложений ордовика и силура на европейском Северо-Востоке приведены в опубликованных работах [4–7, 21].

Уникальность этого Кожымского разреза определяется, прежде всего, его стратиграфической полнотой и непрерывной последовательностью отложений ордовика и силура, позволяющей провести палеонтологически и хеомстратиграфически обоснованную корреляцию этого уральского разреза с глобальным стратотипическим разрезом в Доббс Линн (рис. 2).

Разрез Кожым-108 является стратотипом яптикнырдской свиты верхнего ордовика и яренейского горизонта лландовери [3, 22]. Яптикнырдская свита согласно залегает на малотавротинской свите и подразделяется на яптикшорские и юнкошорские слои.

Яптикшорские слои слагают доломиты темносерые, комковатые, плитчатые, массивные, содержащие колонии табуляты *Eocatenipora* sp., *Agetolites* sp.,

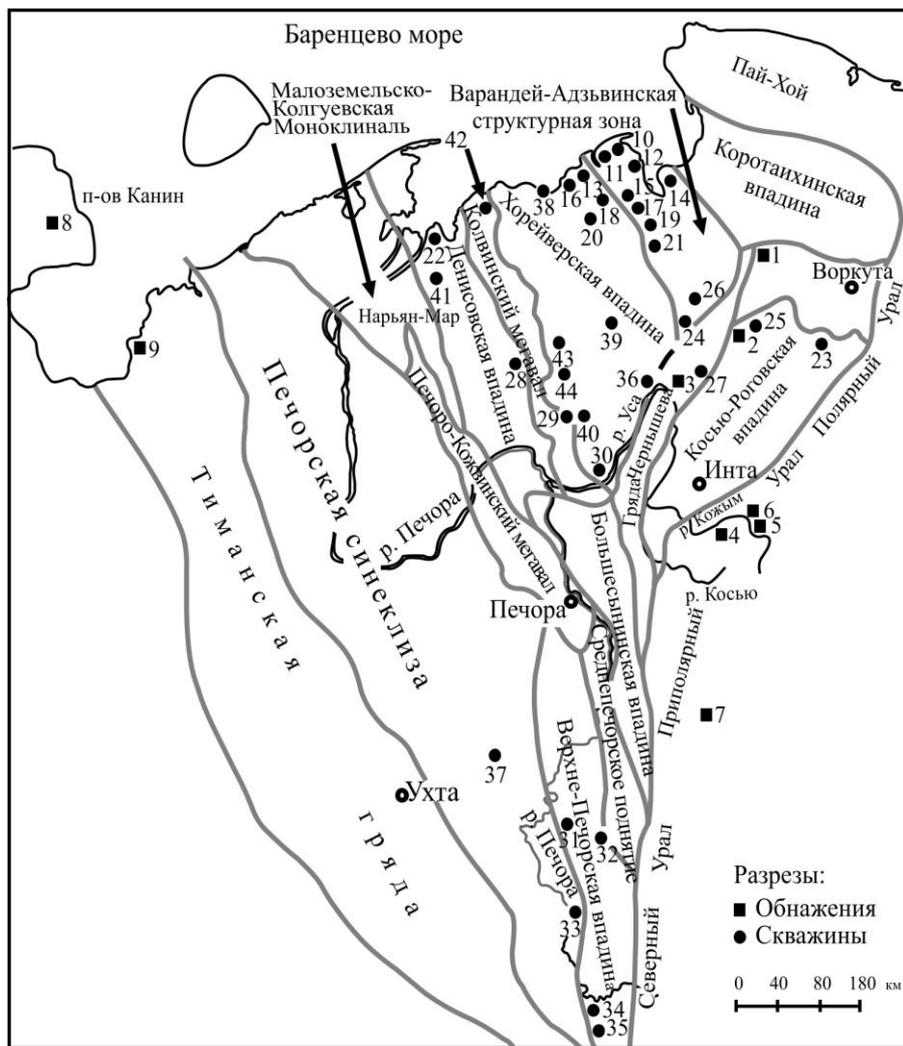


Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов верхнего ордовика и силура. (Схема тектонического районирования по: [15]). **Номера обнажений:** 1 – р. Падимейтивис, обн. 1, 1, ручей Безымянный, обн. 2; 2 – р. Харута, обн. 2; 3 – р. Шарью, обн. 64; 4 – р. Кожым, обн. 236; 5 – р. Кожым, обн. 108; 6 – р. Кожым, обн. 116; 7 – р. Щугор, обн. 10; 8 – р. Рыбная; 9 – р. Черная. **Номера скважин:** 10 – 1-Тобойская; 11 – 1-Варандейская; 12 – 46-Мядсейская; 13 – 5,6-Варкнавтская; 14 – 46,47-З.Лякейягинская; 15 – 2-Наульская; 16 – 52-Южно-Садаягинская; 17 – 76-Лабанганская; 18 – 1-Удачная; 19 – 1,2-Седьяга; 20 – 20-Оленья; 21 – 1-З. Ярейягинская; 22 – 25-Требса; 23 – 1,2-Ярвож; 24 – 1-Адз'ва; 25 – 1-Берганты-Мыл'кская; 26 – 80-Хосолтинская; 27 – 3-Кочмес; 28 – 15-Мишвань; 29 – 42,63-Возей; 30 – 37-Уса; 31 – 1,2,4-Сев.Савинобор; 32 – 42-Вуктыл; 33 – 30-Сев.Джебол; 34 – 42-Рассоха; 35 – 2-Патраковка; 36 – Усино-Кушшор; 37 – 91-Кыкаель; 38 – 1-Сев. Чернореченская; 39 – Салюкинская; 40 – 1-Вост. Возей; 41 – 1-Вост.Ванейвис; 42 – 12-Ярейю; 43 – 200-Инзирей; 44 – 61-Харьяга.

Fig. 1. Layout of the studied sections of the Upper Ordovician and Silurian. (Scheme of tectonic zoning according to: [15]) **Outcrops:** 1 – Padimeityvis River, outcrop 1, 1, Bezymyanny brook, outcrop 2; 2 – Kharuta River, outcrop 2; 3 – Sharyu River, outcrop 64; 4 – Kozhym River, outcrop 236; 5 – Kozhym River, outcrop 108; 6 – Kozhym River, outcrop 116; 7 – Shchugor River, outcrop 10; 8 – Rybnaya River; 9 – Chernaya River. **Wells:** 10 – 1-Toboiskaya; 11 – 1-Varandeiskaya; 12 – 46-Myadseiskaya; 13 – 5,6-Varknavtskaya; 14 – 46, 47-Z.Lyakeiyaginskaya; 15 – 2-Naul'skaya; 16 – 52-Yuzhno-Sadayaginskaya; 17 – 76-Labaganskaya; 18 – 1-Udachnaya; 19 – 1,2-Sedyaga; 20 – 20-Olenya; 21 – 1-Z. Yareiyaginskaya; 22 – 25-Trebsa; 23 – 1,2-Yarvozh; 24 – 1-Adz'va; 25 – 1-Berganty-Myl'kская; 26 – 80-Khosoltinskaya; 27 – 3-Kochmes; 28 – 15-Mishvan'; 29 – 42,63-Vozey; 30 – 37-Usa; 31 – 1,2,4-Sev.Savinobor; 32 – 42-Vuktyl; 33 – 30-Sev.Dzhebol; 34 – 42-Rassokha; 35 – 2-Patrankovka; 36 – Usino-Kushshor; 37 – 91-Kykael'; 38 – 1-Sev.Chernorechenskaya; 39 – Salyukinskaya; 40 – 1-Vost.Vozey; 41 – 1-Vost.Vaneivis; 42 – 12-Yareiyu; 43 – 200-Inzirei; 44 – 61-Kharyaga.

ругозы *Dalmanophyllum dalmani* (Edv. et Hime), конодонты *Belodina stonoi* Sweet, а также прослои с брахиоподами *Pr. muensteri* (St. Joseph) и *H. giganteus* (Kiaer). Объем яптикшорских слоев в разрезе определяет интервал распространения брахиопод *Proconchidium* и *Holorhynchus* [4].

Юнкошорские слои, венчающие разрез ордовика, – новое стратиграфическое подразделение, завершающее ордовикский цикл осадконакопления. По изотопным данным эти слои сопоставлены с хирнантским ярусом [7]. Юнкошорские слои сложены преимущественно доломитами массивными без видимых остатков фауны. Основным компонентом биоты этих слоев являются различные микроскопические водоросли (?) [23]. Граница ордовика и силура установлена по кровле юнкошорских слоев и обоснована палеонтологическим, седиментологическим, событийным, С-изотопно хемотратиграфическим методами (рис. 2).

Ярнейский горизонт нижнего силура представлен в основании доломитами серыми, темно-серыми, тонко-плитчатыми, полосчато-слоистыми. Раннелландоверийский возраст ярнейских отложений определен П. Мянником по комплексу конодонтов *Oulodus? aff. nathani* McCracken et Barnes, *Walliserodus cf. curvatus* (Branson et Branson) и *Ozarcodina* sp. [5, 4, 7].

Возрастным аналогом яптикшорских слоев Урала в Тимано-Печорской провинции является салюкинская свита, сложенная вторичными доломитами с остатками табулята и брахиопод. В основании силура установлен джагалский горизонт, которому соответствует макаринская свита, представленная циклическим переслаиванием вторичных и седиментационных доло-

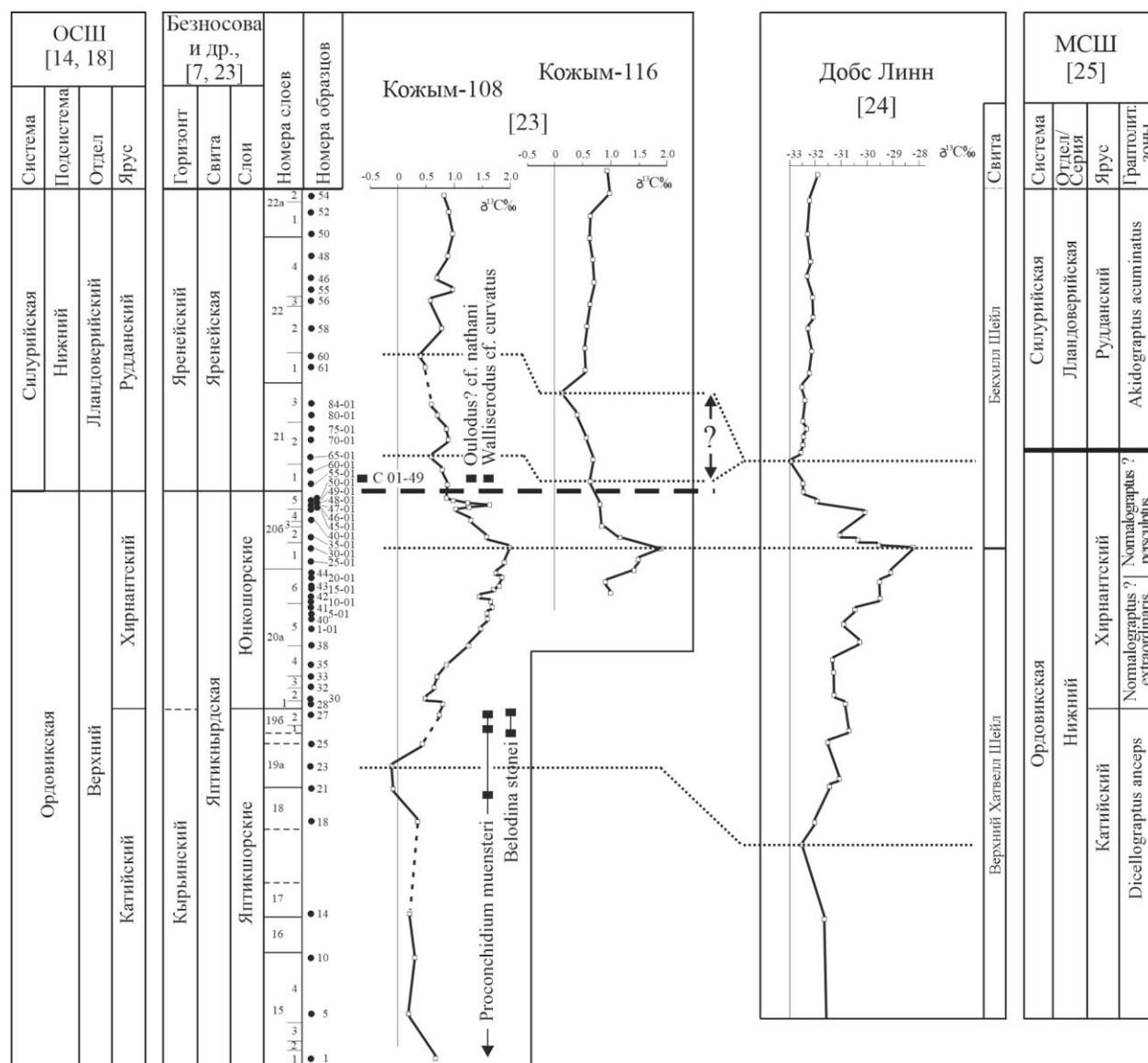


Рис. 2. Корреляция разрезов по р. Кожым (Приполярный Урал) и Добс Линн (Шотландия) по результатам С-изотопного хемотратиграфического анализа [7]. Точечные линии – возможные уровни корреляции; жирная пунктирная линия – условное положение границы ордовика и силура в разрезах Кожым-108 и Кожым-116. Fig. 2. Correlation of sections along the Kozhym River (Subpolar Urals) and Dobs Linn (Scotland) based on C-isotope chemostratigraphic analysis. Dotted lines – possible levels of correlation [7]; bold dotted line – conventional position of the Ordovician-Silurian boundary within the Kozhym-108 and Kozhym-116 sections.

митов, иногда сульфатизированных с маломощными прослоями, обогащенными обломочным материалом. В керне скважин в салюкинских отложениях найдены ордовикские конодонтовые комплексы с *Belodina* (Среднемакарихинская, Салюкинская, Среднемылвинская, Возейская и др. площади), а в нижней части макарихинской свиты – комплекс раннесилурийских конодонтов (Веякская и Сандивейская площади). Наиболее полно охарактеризован керном и хорошо изучен этот пограничный ордовикско-силурийский интервал разреза в скважине 1-Восточно-Возейская [9, 25, 26]. В этой скважине найдены оба комплекса: ордовикский комплекс с *Belodina stonei* Sweet, *Aphelognathus shatzeri* Sweet, *Drepanodus* sp. выше по разрезу сменяется силурийским с *Ozarkodina oldhamensis* (Rexroad), *Oulodus* sp. Самая верхняя часть ордовика, отве-

чающая западноуральским юнкошорским слоям (хирнантскому ярусу), в пределах Тимано-Печорской провинции, вероятно, отсутствует, как и в других регионах России [18], что связано с обширной раннехирнантской регрессией.

Пограничные отложения лландовери и венлока

Анализ лито-биостратиграфических и событийных данных, изучение изменений соотношения изотопов углерода в разрезах силура на западном склоне Приполярного Урала, а также проведенная корреляция нижнесилурийских отложений западноуральских разрезов с разрезами Эстонии и Северной Земли позволили предположить существование перерыва в осадконакоплении, разделяющего отложения лландовери и венлока, а также отсутствие отложений нижнего венлока (шейнвуда) [6, 27]. Пе-

Система		ОСШ [14]	Восточно-Европейская платформа [1]	Западный склон Урала [2]	Североуральский регион [6]	Североуральский регион [10, 27]
Подсистема	Отдел	Ярус	Горизонт	Горизонт	Горизонт	Горизонт
Верхняя	Лудфордский	Гердьюсский		Сизимский	Сизимский	Сизимский
	Горетийский			Падимейтывисский	Падимейтывисский	Падимейтывисский
Нижняя	Венлокский	Гомерский	Седельский	Устьдурнаюсский	Устьдурнаюсский	Войвывский
	Шейнвудский	Филиппельский	Филиппельский	Маршрутинский	Маршрутинский	Маршрутинский
	Теличский	Джагалский	Джагалский	Лолашорский	Лолашорский	Лолашорский
	Аэронский					
	Руданский			Ярнейский	Ярнейский	Ярнейский

Рис. 3. Изменение представлений о положении границы лландовери и венлока в разрезах Североуральского региона.

Fig. 3. A new view on the location of the Llandoveri-Wenlock boundary in the North Urals region.

перыв, разделяющий отложения лландовери и венлока в разрезе Приполярного Урала, отвечает нижней части венлока (шейнвудскому ярусу) [10].

Палеонтологически доказанные пограничные отложения лландовери и венлока вскрываются на западном склоне Приполярного и Северного Урала, поднятиях Чернова и Чернышева. Рассматриваемый пограничный интервал разреза слагают сходные в литофациальном отношении толщи терригенно-карбонатных пород, заключающих обедненный комплекс беспозвоночной фауны. Часто неудовлетворительная сохранность органических остатков и отсутствие четких видимых изменений литологического состава пород осложняют определение рубежа лландовери и венлока в естественных разрезах и разрезах скважин на рассматриваемой территории.

Переходные слои от лландовери к венлоку характеризуются крайне мелководными литоральными отложениями – чередованием известняков с прослойками глинистого материала и известняковых гравелитов, с маломощными прослоями известняков, заключающих фрагменты раковин брахиопод, гастропод, остракод, известняков с трещинами усыхания, линзами известняков, содержащих мелкие галечки и строматолиты. Проведенные детальные исследования показали ошибочность отнесения маршрутинского горизонта и нижней части устьдурнаюсского горизонта к венлоку, как это принято в существующей стратиграфической схеме Урала [2].

Отложения маршрутинского горизонта и нижней половины устьдурнаюсского горизонта включают комплексы брахиопод, остракод, табулят и конодонтов *Apsidognathus tuberculatus*, датирующих их лландоверийский возраст. На этом основании нижняя часть устьдурнаюсского горизонта, заключающая лландоверийский комплекс фауны, включена в состав маршрутинского горизонта лландовери [10].

Отложения, относимые ранее к верхней части устьдурнаюсского горизонта с конодонтами *Ctenognathodus kozhimi-cus* (Mel'nikov), табулятами *Parastriatopora commutabilis* Klaman, брахиоподами *Spirinella nordensis* (Ljashenko), *Hyattidina* sp., остракодами *Herrmannina insignis* Abushik, *Gibberella praetiosa* Abushik, *Eukloedenella grandifabae* Abushik, венлокский возраст которых не вызывает сомнений, выделено в новое самостоятельное региональное стратиграфическое подразделение – войвывский горизонт, сопоставленный с гомерским ярусом МСШ (рис. 3). Согласно

стратиграфическому кодексу название «устьдурнаюсский» горизонт предложено в дальнейшем не использовать [10, 20, 28].

В разрезах многочисленных скважин, пробуренных в пределах Хорейверской впадины, Варандей-Адзвинской структурной зоны и Предуральского краевого прогиба, в верхней части веянской свиты (седельский горизонт) встречены комплексы остракод венлокской зоны *insignis – grandifabae* (Варкнавтская, Веякская, Хасырейская и др. площади). В скважине 1-Северо-Чернореченская (северная часть Хорейверской впадины) в отложениях веянской свиты прослежена смена лландоверийского комплекса остракод венлокским: в нижней части свиты определен лландоверийский комплекс остракод с *Microcheilinella rozhdestvenskaja* Neckaja и *Microcheilinella variolaris* (Neckaja), выше по разрезу он сменяется венлокским комплексом с *Herrmannina insignis* Abushik и *Eukloedenella grandifabae* Abushik. То есть, веякская свита имеет лландоверийско-венлокский возраст. Значительное изменение остракодовых комплексов отражает смену палеоэкологических обстановок и подтверждает существование перерыва в осадконакоплениях на границе лландовери и венлока.

Войвывский горизонт – новое стратиграфическое подразделение венлока

С началом венлокской трансгрессии и повышением уровня морского бассейна связано начало нового этапа в развитии морской биоты и преобра-

зовании морфо-экологической структуры сообществ брахиопод, составлявших значительную долю в венлокских палеоценозах, наряду с табулятами, пелециподами и остракодами [4, 10, 12]. Условия открытого мелководного шельфа в венлоке способствовали существенному обновлению родового и видового состава биоты. Прослеживаются существенные различия позднепландоверийских (маршрутинских) и венлокских (войвывских) сообществ брахиопод, которые различаются не только таксономическим составом, но и специфической морфологической и экологической специализацией брахиоподовой фауны [29]. Маршрутинские сообщества брахиопод составляют виды, преимущественно с характерной уплощенной формой раковин, оснащенных ребрами, складками, шлейфами, адаптированных к существованию на мягких иловых грунтах тиховодных участков дна и принадлежащих к морфологическому типу свободнoleжащих, а батиметрически – ко второму бентосному комплексу [30]. Войвывские сообщества брахиопод обладали гладкими раковинами, а также оснащенными ребрами и складками. Они принадлежат к якорному морфологическому типу, обитали на уплотненных грунтах, к которым прикреплялись с помощью ножки и батиметрически относятся ко второму и третьему бентосным комплексам.

Следует отметить, что почти во всех изученных разрезах пограничных отложений пландовери и венлока прослеживаются разные по мощности интервалы со смешанной пландоверийско-венлокской фауной, что, возможно, объясняется масштабно-стью размыва и переотложения. Так, в разрезе на западном склоне Приполярье Урала, в бассейне р. Щугор (обн. 10ц) мощность интервала с совместными находками венлокских брахиопод *Spirinella nordensis* и пландоверийских конодонтов *Apsidognathus tuberculatus* составляет 19 м. В бассейне р. Кожым (обн. 217) конодонты рода *Apsidognathus*, брахиоподы *Hyattidina* и остракоды *Herrmannina insignis* встречаются в интервале мощностью 17.3 м. На поднятии Чернышева на р. Шарью (обн. 64, 65) интервал совместного распространения брахиопод *S. nordensis*, *Hyattidina* sp. и конодонтов *Apsidognathus* составляет 14.5 м [31]. На поднятии Чернова в разрезе венлока, мощностью более 300 м, интервал совместного распространения венлокских брахиопод *S. nordensis*, остракод *H. insignis* и пландоверийских конодонтов *Apsidognathus* – 125 м. Такие мощности в разрезе на поднятия Чернова обусловлены штормовыми отложениями [32].

Пограничные отложения лудлова и пржидола

Рассматриваемый интервал пограничных отложений лудлова и пржидола изучен в терригенно-карбонатном разрезе на западном склоне Приполярье Урала, в бассейне р. Кожым (рис. 1). В связи с тем, что существуют противоречия в датировке возраста пограничных отложений лудлова и пржидола, основанные на изучении разных групп фауны [33–35], нами было проведено новое детальное изучение этого опорного разреза. Цель исследования – получение более полной информации о строении разреза, уточнение хроностратиграфичес-

кой последовательности верхнесилурийских толщ, анализ особенностей условий обитания биоты, определение эвстатических маркеров трансгрессий и регрессий. Представленные в статье результаты подтверждены биоседиментологическими, палеоэкологическими и хемотратиграфическими авторскими данными [36, 37].

Известна сложность решения проблемы определения границы между лудловом и пржидолом в пределах Михайловско-Вайгачской структурно-фациальной зоны, которая состоит в том, что комплекс брахиопод и другой фауны, характеризующей стратотипические разрезы региональных горизонтов пржидола (белушьянского и карповского), не содержат виды, которые характерны для пржидольских отложений в глобальном стратотипе Чехии [2, 38–40].

По результатам вновь проведенного послонного изучения разреза в бассейне Кожым, который был выбран в качестве опорного разреза, уточнена мощность отложений сизимского горизонта верхнего лудлова (лудфордия), которая составляет 71,9 м (а не 51, как это указано в путеводителе) [40]. Сделано заключение о стратиграфической неполноте разреза сизимского горизонта и наличии перерыва в осадконакоплении в конце лудлова, разделяющего отложения сизимского горизонта лудлова и белушьянского горизонта пржидола (рис 4).

Известно, что перерывы в осадконакоплении являются наиболее четкими рубежами, по которым устанавливаются границы местных стратиграфических подразделений. О том, что максимум падения относительного уровня моря в Тимано-Печорской нефтегазонадной провинции приходится на окончание лудлова и проявляется субаэральным размывом верхней части разреза лудлова, отмечал ранее А.В. Мартынов [41].

Позднелудловский (лудфордский) возраст сизимского горизонта определяют присутствующие в его отложениях остатки позвоночных *Phlebolepis elegans* Pander, брахиопод *Didymothyris didyma* (Dalman), а также пандемичных конодонтов *Polygnathoides siluricus* (Branson et Mehl). Впервые комплекс с конодонтами *P. siluricus* обнаружил В.Н. Пучков в разрезе р. Харута [42]. Позже С.В. Мельников определил этот вид в рассматриваемом здесь разрезе сизимского горизонта, бассейне р. Кожым [9, 40]. И в настоящее время известны лишь эти два местонахождения конодонтов *P. siluricus* на территории Североуральского региона.

Отложения верхней части сизимского горизонта характеризуются постепенным сокращением таксономического разнообразия биоты, исчезновением лудловских брахиопод *Didymothyris*, конодонтов рода *Adctenognathodus* (?) sp. и многих видов позднелудловских остракод. Отчетливо проявляются седиментационные признаки обмеления вверх по разрезу – чередование известняков строматолитовых, оолитовых, микробиаально-сгустковых и доломитов с прослоями плоскогалечных конгломератов, с трещинами усыхания, биоморфных, органо-генно-детритовых, лито- и биокластовых с переотложенной галькой известнякового состава. Максимум

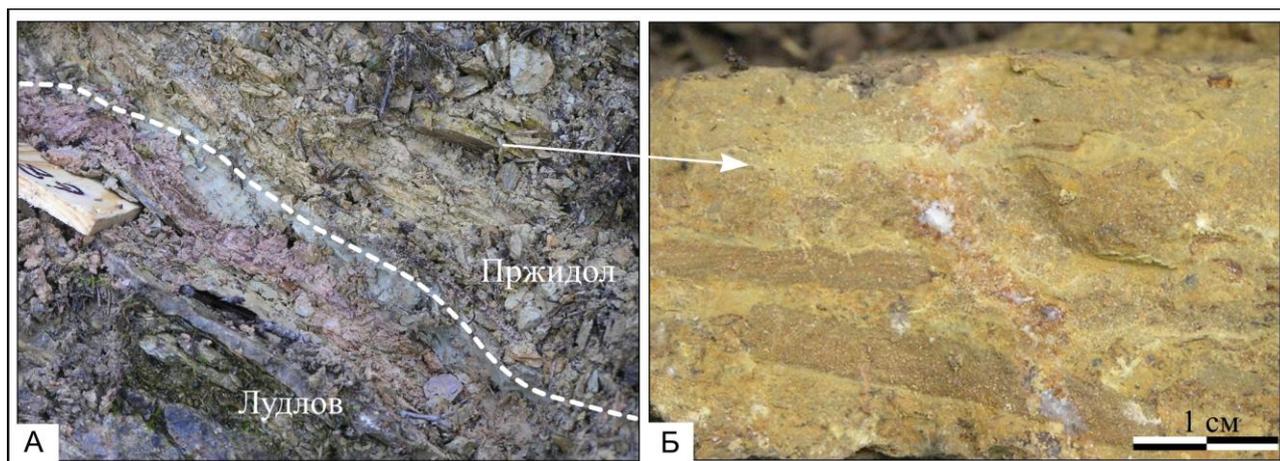


Рис. 4. Распространение фауны и распределение $\delta^{13}\text{C}$ в пограничных отложениях лудлова и пржидола (Приполярный Урал, р. Кожым, обнажение 236).
 Fig. 4. Distribution of fauna and $\delta^{13}\text{C}$ values in the Ludlow/Pridoli boundary deposits (Subpolar Urals, Kozhym River, outcrop 236).

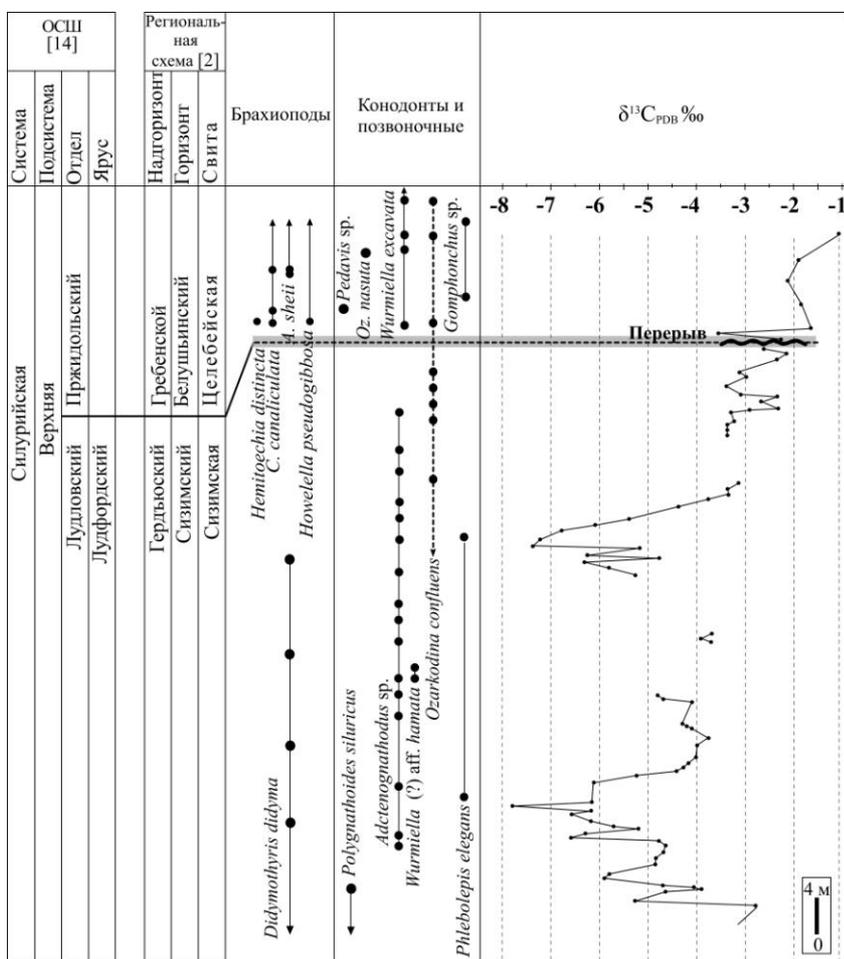


Рис. 5. Контакт лудловских и пржидольских отложений в обнажении 236. (Приполярный Урал, р. Кожым). А – прослой красноцветно-пестроцветных глин; Б – доломиты с литокластами (брекчии взламывания). Пунктирная линия – условное положение границы лудлова и пржидола.
 Fig. 5. Ludlow/Pridoli boundary deposits in outcrop 236 (Subpolar Urals, Kozhym River). A – interlayer of red-mottled clay; B – dolomites with lithoclasts (breccias of cracking). Dotted line – conventional position of the Ludlow/Pridoli boundary.

падения относительного уровня моря приходится на окончание лудлова. Сокращение таксономического разнообразия фауны, сменившееся доминированием строматолитообразующей биоты, наблюдаемое в разрезе, свидетельствует о крупной экосистемной перестройке в конце лудлова [36].

Верхняя граница сизимского горизонта лудлова нами определена по кровле прослоя красноцветно-пестроцветных глин, завершающего регрессивную фазу развития бассейна в конце лудлова и фиксирующего перерыв в осадконакоплении [11, 36]. Выше красноцветно-пестроцветных глин залегают доломиты с крупными литокластами (брекчии взламывания) (рис. 5), которые перекрываются доломитами с прослоями известково-глинистых черных углистых сланцеватых аргиллитов, отвечающих новому, трансгрессивному циклу осадконакопления в пржидоле.

Трансгрессия способствовала транспортировке и массовому захоронению органического вещества в основании белушьянского горизонта пржидола. Палеонтологически этот переход характеризуется полностью обновленным составом остракод [12, 43, 44], а также брахиопод, образующих четкие маркирующие слои ракушников в нижней части белушьянского горизонта. Эти брахиоподовые слои прослеживаются в разре-

зах Приполярного и Северного Урала, на поднятиях Чернова и Чернышева и многочисленных скважинах, пробуренных на территории Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции [4, 45]. Подобные слои с брахиоподами, отличающиеся лишь большим разнообразием представителей рода *Atrypoidea*, впервые были описаны О.И. Никифоровой из нижней толщи пржидола о-ва Вайгач [46]. По С.В. Черкесовой в Уральско-Новоземельской области обновление комплекса фауны начинается именно с аргиллитовой пачки, начало формирования которой совпадает с новым пржидольским этапом осадконакопления [47].

Конодонты нижней части белушьянского горизонта представлены преимущественно таксонами широкого географического распространения [9, 11] (рис. 4). Состав остракодовых сообществ на границе лудлова и пржидола полностью обновляется. В опорном разрезе Западного склона Урала лудловский комплекс с *Sulcyamus grandisulcatus* Abushik, *Leicyamus clausus* Abushik и *L. paulus* Zenkova сменяется пржидольским с *Schrenckia tuberculata* Abushik, *Calcaribeyrichia grebeni* Abushik, *C. angusta* Abushik и *Eokloedenia bacata* Abushik [12].

В разрезах скважин основание пржидола по ГИС принимается в подошве глинисто-мергелистой пачки. На каротажных диаграммах это выражается повышением естественной гамма-активности и понижением значений кажущегося сопротивления. На этом уровне лудловские мелководно-шельфовые неравномерно-слоистые доломитизированные известняки и доломиты и их глинистые разности, отражающие регрессивную направленность развития седиментационного бассейна, сменяются глинистыми известняками, мергелями и аргиллитами сублиторали терригенно-карбонатной платформы.

В многочисленных скважинах, пробуренных в Тимано-Печорской области, определены характерные для верхнего лудлова виды остракод – *S. grandisulcatus* Abushik, *L. clausus* Abushik, *K. Posterialveolata* Abushik, *K. calva* Abushik, *Silenis? acutus* Abushik (зона *clausus*). Выше по разрезу в скважинах эти комплексы сменяются пржидольскими комплексами зоны *grebeni* – *bacata* [48].

Падение уровня моря, широкое развитие строматолитообразующей биоты, сокращение биоразнообразия в конце лудлова, а также смена доминантов в составе биоты в начале пржидола отражают общую реакцию организмов разных иерархий (плеченогих, остракод, конодонтофорид и микробиальных) на особенности условий их обитания в позднем лудлове и раннем пржидоле [11, 36, 49]. Значительное обмеление Тимано-Североуральского морского бассейна в конце лудлова вызвало гибель большой массы микробиальных сообществ, а также обильной и разнообразной биоты лудловских рифов, в том числе брахиопод отряда *Pentamerida*. Разрушение рифовых экосистем и вымирание пентамерид в конце лудлова в морских бассейнах разных континентов, связанное с событием Лау, получило название «событие Пентамерид» – «*Pentamerid Event*» [50]. Это событие, сопровождавшееся преобразованием таксономического состава разных групп организмов, их численности, вымиранием отдельных

таксонов, имеет как региональные, так и глобальные проявления.

Изотопы $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ пограничных отложений лудлова и пржидола характеризуются величинами в пределах от $-7,9$ до $-1,8\text{‰}$ (рис. 4). На изотопно-углеродной кривой в разрезе верхнего лудлова выделяются два интервала с резкими отрицательными пиками $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$. Пржидольская часть разреза характеризуется величинами $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ от $-3,6$ до $-0,6\text{‰}$. В нижней части пржидола фиксируется резкое смещение кривой от отрицательных величин $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ в сторону положительных значений с амплитудой колебаний 3‰ . Выше значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ достаточно постоянны, характеризуются постепенным утяжелением изотопного состава углерода до $-1,0\text{‰}$, задающим тренд положительного направления кривой и приходится на слои известняков с характерной комковатой отдельностью, заключающих разнообразную фауну пржидольского возраста.

Таким образом, кривая изотопного состава углерода лежит в области негативных значений $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ с двумя отрицательными экскурсами. Резкие отрицательные сдвиги и понижения значений $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ в первом и во втором интервалах (до $-7,9$) указывают на значительные изменения в характеристике среды седиментации в морском бассейне на рубеже лудлова и пржидола.

Крупная экосистемная перестройка, связанная с событием в раннем пржидоле (*Lower Pridolian Event*), прослеживается в разрезах на Северо-Востоке Евразии, Арктических островах России (Вайгач, Новая Земля, Долгий) и Канады, Аляски [4, 38, 39, 46, 47, 51, 52 и др.].

Корреляция верхнеордовикских и силурийских отложений

В изученных карбонатных разрезах силура европейского Северо-Востока уровни ярусных границ отражают переломные рубежи в био-геологической истории развития Тимано-Североуральского морского бассейна. При этом все же остается достаточно условным их сопоставление со стратотипами ярусных границ в разрезах, охарактеризованных граптолитами.

Определение эвстатических маркеров глобальных трансгрессий и регрессий в опорных разрезах Приполярного Урала и разрезах скважин на территории Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, наряду с биологическими событиями – изменениями структур палеоэкосистем, их смены во времени, позволяют уточнить объемы ранее выделенных стратиграфических подразделений и являются важными региональными реперами при корреляционных построениях.

Анализ био-хемостратиграфических и событийных данных, уточнение хроностратиграфической последовательности силурийских региональных стратонтов, которые имеют стратотипы, отражающие этапы развития региона и установленные перерывы в осадконакоплении, позволяют решить проблему корреляции силурийских разрезов Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции с Североуральскими разрезами (рис. 6).

ОСШ [14, 18]			Горизонт [1]	Северный Тиман и п-ов Канин	Ижма-Печорская синеклиза	Печоро-Ковлинский авлокаген, Хоревейская впадина, ВАЗ	Североуральский регион [4, 7, 22, 27]		Стратиграфическая схема Урала [2]		
Система	Подсистема	Отдел					Ярус	Горизонт		Зоны по брахиоподам	Горизонт
Силурийская	Девон	Лохковский	Овинпармский	Харисовская		Хатаяхинская	Овинпармский	<i>Pr. praecursor</i>	Овинпармский		
			Гребенской	Ептарминская	Пашнинская	Устьсывская	Карповский	<i>A. insignae</i> <i>Gr. parvula</i>	Карповский		
	Верхняя	Приполярный	Лудфорд	Гердьюский	Великорецкая	Северосавиновская	Гердьюская	Белушьянский	<i>A. scheii</i> <i>H. pseudogibbosa</i>	Белушьянский	
								Сизимский	<i>D. didyma</i>	Сизимский	
		Лудловский	Горстий	Седельский	Большенадтегская	Южнопальюская	Ваянская	Падимейтовисский	<i>Gr. uberis</i>	Падимейтовисский	
			Гомер					Войвывский	<i>S. nordensis</i>	Устьдурнауский	
	Нижняя	Вепловский	Шейнвуд	Филиппельский	Ельгорская	Сандивейская	Сандивейская	Филиппельский		Филиппельский	
			Телич								Маршрутинский
		Лландоверийский	Аэрон	Джалгалский	Чернорецкая	Макарихинская	Макарихинская		Лолашорский	<i>Pentamerus(?) sh.</i>	Лолашорский
			Руддан							Ярнейский	<i>V. barrandei</i> <i>Z. duboisi</i>
	Орловик	Верхний	Хирнант	Салюкинский				Яптикшорская свита	Юнкошорские слои	Кырьинский	
			Катийский						?		?

Рис. 6. Корреляция верхнеордовикских и силурийских отложений, разбуренных скважинами, Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции и Севера Урала.

Fig. 6. Correlation of Upper Ordovician and Silurian deposits drilled by wells in the Timan-Pechora oil and gas province and the North of the Urals.

Биостратиграфическая корреляция отдельных интервалов верхнеордовикских и нижнесилурийских отложений руддана, за счет присутствия космополитных таксонов, может быть более широкой, в отличие от отложений мелководного шельфа (телича, верхнего лудфордия и пржидола), которые характеризуют эндемичные таксоны.

Сопоставление седиментологической последовательности и данные по изотопному составу углерода в карбонатах верхнего ордовика показали, что этапы развития Тимано-Североуральского морского палеобассейна в конце ордовика и в раннем силуре совпадают с этапами развития Балтийского бассейнов. Сравнение седиментационной последовательности на рубеже ордовика и силура в разрезе Кожым-108 и в разрезе разновозрастных отложений Балтийского бассейна показывает совпадение выделенных эвстатических рубежей, подтверждая их глобальный характер [7].

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о глобальном характере биотических перестроек на рубежах ордовика и силура, лландовери и венлока, в конце лудлова и в самом начале пржидола, которые прослежены в опорном разрезе верхнего силура на Приполярном Урале. Смена доминантов в комплексах брахиопод, остракод и конодонтов отражает общую реакцию разных иерархий сообществ (плеченогих, конодонтофорид и микробильных (строматолитообразующих)) на существенные изменения условий обитания на этих рубежах в Тимано-Североуральском морском палеобассейне.

На основе палеонтологических данных и результатов углеродно-изотопного анализа было осуществлено датирование толщ, слагающих пограничный интервал ордовика и силура, и определен рубеж между этими системами. Граница ордовика и силура на западном склоне Приполярного

Урала установлена по контакту яптикнырдской и ярнейской свит и впервые подтверждена палеонтологическими данными. Уровень границы определен в основании слоев с конодонтами *Oulodus? cf. pathani*, *Walliserodus cf. curvatus* и подтвержден результатами С-изотопного хемотратиграфического анализа.

На основе уточнения хроностратиграфической последовательности силурийских региональных стратонтов нижнего силура получены доказательства лландоверийского возраста маршрутинского и нижней части устьдурнаюского горизонтов, а не венлокского, как указано в региональных схемах Урала и Русской платформы. В венлоке выделено новое стратиграфическое подразделение – войвывский горизонт.

Особенности условий обитания биоты в позднем лудлове – падение уровня моря, широкое развитие строматолитообразующей биоты, сокращение биоразнообразия, а также прекращение силурийского рифообразования и вымирание брахиопод отряда *Pentamerida* – были обусловлены глобальным событием Лау, следы которого сохранились в западноуральском разрезе и в разрезах скважин Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции.

Определение эвстатических маркеров глобальных трансгрессий и регрессий в изученных Североуральских разрезах и многочисленных разрезах скважин на территории Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, наряду с изменениями структуры палеозоосистем во времени, позволяют уточнить объемы ранее выделенных стратиграфических подразделений и являются важными региональными реперами при корреляционных построениях.

Существующие трудности определения границ крупных стратонтов в Тимано-Североуральских разрезах нередко связаны с отсутствием четких литологических маркеров и непрерывной фаунистической охарактеризованности разновозрастных толщ, а также часто наблюдаемой плохой сохранностью ископаемых остатков фауны в широко развитых отложениях мелководных фаций.

Таким образом, на основе анализов всех полученных авторами результатов, опубликованных в последнее десятилетие, предложена обновленная схема корреляции верхнего ордовика и силура Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции и севера Урала.

Авторы выражают благодарность П. Мяннику за совместные полевые работы и обсуждение результатов, Т. Мярсс за определения позвоночных и Л.В. Соколовой за определение коноднтов пограничных отложений лудлова и пржидола. А.В. Журавлеву за ценные советы. И.В. Смолевой, инженеру ЦКП «Геонаука» Института геологии Коми НЦ УрО РАН, за определение изотопного состава углерода в карбонатных породах.

Литература

1. Решения Межведомственного стратиграфического совещания по ордовика и силуру Восточно-Европейской платформы 1984 г. с

- региональными стратиграфическими схемами. Л., 1987. 115 с.
2. Объяснительная записка к стратиграфическим схемам Урала (докембрий, палеозой)/ Сост. Н.Я. Анцыгин. Екатеринбург, 1994. 95 с.
3. Безносова Т.М. Биостратиграфия и брахиоподы силура европейского Северо-Востока России. СПб.: Наука, 1994. 128 с.
4. Безносова Т.М. Сообщества брахиопод и биостратиграфия верхнего ордовика, силура и нижнего девона северо-восточной окраины палеоконтинента Балтия. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 217 с.
5. Безносова Т.М., Мянник П. Граница ордовикской и силурийской систем // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2002. № 10. С. 3–6.
6. Безносова Т.М., Мянник П. Граница лландовери и венлока на севере палеоконтинента Балтия // Докл. АН. 2005. Т. 401, № 5. С. 1–4.
7. Безносова Т.М., Майдль Т.В., Мянник П., Мартма Т. Граница ордовика и силура на западном склоне Приполярного Урала // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2011. Т. 19. № 4. С. 21–39.
8. Жемчугова В.А., Мельников С.В., Данилов В.Н. Нижний палеозой Печорского нефтегазоносного бассейна (строение, условия образования, нефтегазоносность). М.: Изд-во Академии горных наук, 2001. 110 с.
9. Мельников С.В. Конодонты ордовика и силура Тимано-Североуральского региона. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургской картографической фабрики ВСЕГЕИ, 1999. 136 с.
10. Безносова Т.М., Лукин В.Ю., Мянник П. Возраст горизонтов нижнего силура Северо-Востока России // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2016. № 11. С. 10–14.
11. Безносова Т.М., Матеев В.А., Соколова Л.В., Канев Б.И. Региональное проявление глобального лудфордского события (Lau Event) в разрезе западного склона Урала // Геодинамика, вещество, рудоγένез Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2017. С. 19–21.
12. Abushik A.F. Silurian – earliest Devonian ostracode biostratigraphy of the Timan-Northern Ural region // Proc. Estonian Acad. Sci. Geol. 2000. Vol. 49. № 2. P. 112–125.
13. Melnikov S.V., Zhemchugova V.A. Lower Silurian stratigraphy of the Timan-northern Ural region and eustatic fluctuation // Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Geology, 2000. № 49/2. P. 85–104.
14. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Санкт-Петербург: Изд-во ВСЕГЕИ, 2013. Вып. 42. 65 с.

15. Дедеев В.А., Юдин В.В., Богацкий В.И., Беляков Л.Н. и др. Тектоническая карта Печорской плиты. Сыктывкар, 1985. 12 с. (Серия препринтов “Научные доклады” / Коми филиал АН СССР; Вып. 142).
16. Webby B.D. Steps towards a global standard for Ordovician stratigraphy // *Newslet. Stratigr.* 1998. Vol. 36. P. 1–33.
17. Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier, 2012. Vol. 1. 1144 p.
18. *Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий*. Санкт-Петербург: Изд-во ВСЕГЕИ, 2012. Вып. 41. 48 с.
19. Дронов А.В. Новая международная шкала ордовикской системы и региональные шкалы ордовика России. Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства: Материалы Всероссийской конференции. М.: ГИН РАН, 2013. С. 125–126.
20. *Стратиграфический кодекс России*. Издание третье, исправленное и дополненное. СПб.: ВСЕГЕИ, 2019. 96 с
21. Beznosova T.M., Mannk P., Martma T. Ordovician – Silurian boundary in the Subpolar Urals, Russia / Satkunas J., Lazauskiene J. (eds) // *Baltic Stratigraphy—modern methods and problems: Extending Abstracts*. Vilnius, 2002. P. 21–24 (The Fifth Baltic Stratigraphic Conference Viinius, September 22–27).
22. Beznosova T.M., Majdl’ T.V., Männik P. Yartiknyrd Formation – a new stratigraphical unit recognized in the uppermost Ordovician strata in the Subpolar Urals // *The Sixth Baltic Stratigraphical Conference*. S. Petersburg, 2005. P. 17–18.
23. Beznosova T.M., Мянник П., Майдль Т.В. Стратиграфический объем и строение яптикнырдской свиты верхнего ордовика Приполярного Урала // *Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН*. 2006. № 10. С. 11–15.
24. Underwood C.J., Crowley S.F., Marshall J.D., Brenchley P.J. High-resolution carbon isotope stratigraphy of the basal Silurian stratotype (Dob’s Linn, Scotland) and its global correlation // *J. Geol. Soc. London*. 1997. Vol. 154. P. 709–718.
25. Ogg J.G., Ogg G., Gradstein F.M. *A Geologic Time Scale*. 2008. New York: Cambridge Univ. Press, 2008. 177 p.
26. Мартынов А.В., Мельников С.В. Граница ордовика и силура в разрезах Тимано-Печорской провинции // *Палеонтологический метод в геологии*. М.: ИГиРГИ, 1993. С. 24–26.
27. Мянник П. Конодонты ордовика и силура // *Стратиграфия силура и девона Архипелага Северная Земля* / Под. ред Р.Г. Матухина, В.Вл. Меннер. Новосибирск, 1999. С. 110–120.
28. Beznosova T.M., Лукин В.Ю. Войвывский горизонт – новое стратиграфическое подразделение // *Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы XV Геологического съезда Республики Коми*. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2009. Т. II. С. 15–18.
29. Beznosova T.M. Морфологическая адаптация североуральских брахиопод к изменениям среды обитания в позднем ордовике–раннем силуре : Материалы LXIV сессии Палеонтологического общества при РАН. СПб., 2018. С. 16–17.
30. Буко А. Эволюция и темпы вымирания. М.: Мир, 1979. 378 с.
31. Beznosova T.M., Соколова Л.В. Пограничные отложения лландовери и венлока в опорном разрезе силура центральной части гряды Чернышева // *Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН*. 2015. № 12. С. 24–30.
32. Условия осадконакопления и биота на рубеже лландовери и венлока (поднятие Чернова) / Т.М. Beznosova, П. Мянник, Т.В. Майдль, В.Ю. Лукин, В.А. Матвеев // *Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН*. 2014. №3. С. 14–18.
33. Модзалевская Т.Л., Мярсс Т. О возрасте подошвы гребенского горизонта Урала // *Изв. АН Эстонии. Геол.*, 1991. Т. 40. №3. С. 100–103.
34. Модзалевская Т.Л. Среднелудфордское событие в эволюции силурийских брахиопод Европейской провинции // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 1997. Т. 3. С. 3–9.
35. Антошкина А.И. Проявление лудфордского события Лау (верхний силур) на Северо-Востоке европейской части России // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 2018. Т. 26. № 6. С. 15–40.
36. Beznosova T.M., Матвеев В.А., Соколова Л.В. Биостратиграфический и событийно-стратиграфический рубеж лудлова и пржидола на западном склоне Приполярного Урала // *Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН*. 2018. № 11. С. 31–37.
37. Матвеев В.А., Канев Б.И. Особенности строения верхнелудловских отложений в опорном разрезе силура на западном склоне Приполярного Урала // *Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН*. 2016. № 8. С. 3–8.
38. Баранов В.В., Блоджетт Р.Б. Корреляция пржидольских отложений (верхний силур) арктических регионов Евразии и Северной Америки // *Отечественная геология*. 2013. № 5. С. 52–57.
39. Баранов В.В. Глобальные события (Lower Pridolian и Klonk) в среднем палеозое северо-востока Евразии и на сопредельных территориях // *Наука и образование*. 2015. № 3 (79). С. 33–37.
40. Опорные разрезы пограничных отложений силура и девона Приполярного Урала / *Сост. В.С. Цыганко, В. А. Черных*. Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1983. 136 с.
41. Мартынов А.В. Литолого-фациальные критерии прогноза нефтегазоносности ордовикско-нижнедевонских отложений Тимано-Печорской провинции : Автореф. дис. канд. геолого-минералогических наук. Санкт-Петербург, 1998. 27 с.

42. Пучков В.Н. Находки конодонтов в палеозое севера Урала и их стратиграфическое значение // Докл. АН. 1973. Т. 209. №3. С. 668–670.
43. Абушик А. Ф. Позднесилурийские остракоды Вайгача // Стратиграфия и фауна силурийских отложений Вайгача. Л.: НИИГА Мингео СССР, 1970. С. 165–194.
44. Абушик А. Ф. Силурийские и раннедевонские остракоды // Силурийские и раннедевонские отложения острова Долгого. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980. С. 107–140.
45. Beznosova T.M. Silurian brachiopods in the Timan-Northern Ural region: zonation and palaeoecology // Proc. Estonian Acad. Sci. Geol., 2000. Vol. 4. P. 126–146.
46. Никифорова О.И. Брахиоподы гребенского горизонта Вайгача (поздний силур) // Стратиграфия и фауна силурийских отложений Вайгача. Л., 1970. С. 97–149.
47. Черкесова С.В. Гребенской горизонт силура Вайгача // Стратиграфия и фауна силурийских отложений Вайгача. Л., 1970. С. 4–24. (Тр. Научно-исследовательского института геологии Арктики).
48. Шамсутдинова Л.Л. Характерные комплексы остракод и биостратиграфия гребенского горизонта вала Гамбурцева // Геология и нефтегазоносность Тимано-Печорского бассейна: Сборник научных трудов. Ухта, 2008. С. 119–126.
49. Beznosova T.M., Matveev V.A., Sokolova L.V. Upper Ludlowian-Lower Pridolian stratigraphy, carbon isotope of the Timan-Northern Urals region // Journal of silicate Based and Composite materials. 2019. Vol. 73, № 1. P. 28–31.
50. Нехорошева Л.В., Патрунов Д.К. Гребенской горизонт Вайгачско-Новоземельского региона // Советская геология. 1981. № 4. С. 80–85.
51. Middle Palaeozoic extinction events: faunal and isotopic data / J.A. Talent, R. Mawson, A.S. Andrew, P.J. Hamilton, D.J. Whitford // Palaeoecology, Palaeoclimatology, Palaeogeography. 1993. № 104. P. 139–152.
52. Jeppsson L. Silurian oceanic events. A summary of general characteristics. In: Landing E.; Johnson M.E. (Eds.), Silurian Cycles: Linkages of Dynamic Stratigraphy with Atmospheric, Oceanic and Tectonic Changes, James Hall Centennial Volume New York State Museum Bulletin. 1998. Vol. 491. P. 239–257.
2. Obyasnitelnaya zapiska k stratigraficheskim shemam Urala (dokembrii, paleozoi) [Explanatory note to Ural stratigraphic schemes (Precambrian, Paleozoic)]. Comp. N.Ya. Antsygin. Ekaterinburg, 1994. 95 p.
3. Beznosova T.M. Biostratigrafiya i brachiopody silura evropeiskogo Severo-Vostoka Rossii [Biostratigraphy and Brachiopods of the Silurian of the European northeast of Russia]. St. Petersburg: Nauka, 1994. 128 p.
4. Beznosova T.M. Soobschestva brachiopod i biostratigrafiya verhnego ordovika, silura i nizhnego devona severo-vostochnoi okrainy paleokontinenta Baltiya [Brachiopod communities and biostratigraphy of the Upper Ordovician, Silurian and Lower Devonian of the northeastern margin of Baltica paleocontinent]. Ekaterinburg: 2008. 217 p.
5. Beznosova T.M., Männik P. Granitsa ordovikskoi i siluriiskoi sistem [Boundary of the Ordovician and Silurian systems] // Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2002. №10. P. 3–6.
6. Beznosova T.M., Männik P. Granitsa llandovery i wenloka na severe paleokontinenta Baltica [Llandovery-Wenlock boundary in the North of Baltica paleocontinent] // Doklady Earth Sciences. 2005. Vol. 401. №5. P. 1–4.
7. Beznosova T.M., Maidl' T.V., Männik P., Martma T. Granica ordovika i silura na zapadnom sklone Pripoljarnogo Urala [Boundary between the Ordovician and Silurian on the western slope of the Circumpolar Urals] // Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya [Stratigraphy. Geological correlation]. 2011. Vol. 19. №. 4. P. 21–30.
8. Zhemchugova V.A., Mel'nikov S.V., Danilov V.N. Nizhniy paleozoy Pechorskogo neftegazonosnogo basseyna (stroenie, usloviya obrazovaniya, neftegazonosnost') [Lower Paleozoic of the Pechora oil and gas basin (structure, formation conditions, oil and gas potential)]. Moscow: Academy of Mining Sciences Publ. House, 2001. 110 p.
9. Mel'nikov S.V. Konodonty ordovika i silura TimanoSeveroural'skogo regiona [Conodonts of the Ordovician and Silurian of the Timan-North Urals region]. St.Petersburg: Publ. House of St.Petersburg map factory VSEGEI. 1999. 136 p.
10. Beznosova T.M., Lukin V.Yu., Männik P. O vozraste gorizontov nizhnego silura severo-vostoka Rossii [The age of Lower Silurian horizons of the northeastern Russia] // Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2016. №11. P. 10–14.
11. Beznosova T.M., Matveev V.A., Sokolova L.V., Kanev B.I. Regional'noye proyavleniye global'nogo ludford'skogo sobytiya (Lau Event) v razreze zapadnogo sklona Urala [Regional traces of the global Ludfordian Event (Lau Event) from the section of the western slope of the Urals] // Geodinamika, veshchestvo, rudogenez Vostochno-Evropejskoj platformy i ee skladchatogo obramleniya [Geodynamics,

References

1. Resheniya mezhdovedstvennogo stratigraficheskogo soveschaniya po ordoviki i siluru Vostochno-Evropejskoj platformy 1984 g. s regionalnimi stratigraficheskimi shemami [Decisions of the Interdepartmental Stratigraphic Meeting on Ordovician and Silurian of the East European Platform of 1984 with regional stratigraphic schemes]. Leningrad, 1987. 115 p.

- substance, ore genesis of the East European Platform and its folded framing]: Proc. of all-Russia sci. conf. Syktывkar: Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, 2017. P. 19–21.
12. *Abushik A.F.* Silurian – earliest Devonian ostracode biostratigraphy of the Timan-Northern Ural region // Proc. Estonian Acad. Sci. Geol. 2000. Vol. 49. № 2. P. 112–125.
 13. *Melnikov S.V., Zhemchugova V.A.* Lower Silurian stratigraphy of the Timan-North Urals region and eustatic fluctuation // Proc. of the Estonian Academy of Sciences. Geology, 2000. № 49/2. P. 85–104.
 14. *Postanovleniya Mezhvedomstvennogo stratigraficheskogo komiteta i yego postoyannykh komissiy* [Resolutions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee and its standing commissions]. St. Petersburg: Russian Geol. Res. Inst., 2013. Issue 42. 65 p.
 15. *Dedeev V.A., Yudin V.V., Bogatsky V.I., Belyakov L.N.* et al. Tektonicheskaya karta Pechorskoj plity [Tectonic map of the Pechora plate]. Syktывkar, 1985. 12 p. (Series of preprints “Sci. reports”/ Komi Branch, USSR Ac. Sci.; Issue 142).
 16. *Webby B.D.* Steps towards a global standard for Ordovician stratigraphy // Newslet. Stratigr. 1998. Vol. 36. P. 1–33.
 17. *Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M.* The Geologic Time Scale 2012. Elsevier, 2012. Vol. 1. 1144 p.
 18. *Postanovleniya Mezhvedomstvennogo stratigraficheskogo komiteta i yego postoyannykh komissiy* [Resolutions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee and its standing commissions]. St. Petersburg: Russian Geol. Res. Inst., 2012. Issue 41. 48 p.
 19. *Dronov A.V.* Novaya mezhdunarodnaya shkala ordovikskoj sistemy i regional'nye shkaly ordovika Rossii [New international geologic time scale for the Ordovician system and its relation to the regional scales for the Ordovician of Russia]. Obshchaya stratigraficheskaya shkala Rossii: sostoyanie i perspektivy obustroistva. Mat-ly Vseros. konf. [General stratigraphic scale of Russia: state and prospects of development]: Materials of the All-Russian Conf. Moscow: Geological Inst., RAS. 2013. P. 125–126.
 20. *Stratigraficheskij kodeks Rossii* [Stratigraphic code of Russia]. 3rd edition, revised and updated. St.Petersburg: Russian Geol. Res. Inst., 2019. 96 p.
 21. *Beznosova T.M., Männik P., Martma T.* Ordovician – Silurian boundary in the Subpolar Urals, Russia // Satkunas J, Lazauskiene J. (eds). Baltic Stratigraphic-modern methods and problems: Extending Abstracts. Vilnius, 2002. P. 21–24 (The Fifth Baltic Stratigraphic Conference Vilnius, September 22-27).
 22. *Beznosova T.M., Maidl' T.V., Männik P.* Yaptiknyrd Formation – a new stratigraphical unit recognized in the uppermost Ordovician strata in the Subpolar Urals // The Sixth Baltic Stratigraphical Conference. St. Petersburg, 2005. P. 17–18.
 23. *Beznosova T.M., Männik P., Maidl' T.V.* Stratigraficheskij ob'yem i stroenie Yaptiknyrdskoj svity verhnego ordovika Pripoljarnogo Urala [Stratigraphical volume and composition of the Yaptiknyrd Suite of the Upper Ordovician of the Subpolar Urals] // Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2006. №10. P. 11–15.
 24. *Underwood C.J., Crowley S.F., Marshall J.D., Brenchley P.J.* High-resolution carbon isotope stratigraphy of the basal Silurian stratotype (Dob's Linn, Scotland) and its global correlation // J. Geol. Soc. London. 1997. Vol. 154. P. 709–718.
 25. *Ogg J.G., Ogg G., Gradstein F.M.* A Geologic Time Scale. 2008. New York: Cambridge Univ. Press, 2008. 177 p.
 26. *Martynov A.V., Mel'nikov S.V.* Granitsa ordovika i silura v razrezakh Timano-Pechorskoy provintsii [Boundary between the Ordovician and Silurian in the sections of the Timan-Pechora province] // Paleontological method in Geology. Moscow: Inst. of Geology of fossil fuels development. 1993. P. 24–26.
 27. *Männik P.* Konodonty ordovika i silura [Ordovician and Silurian conodonts] // Stratigrafiya silura i devona arhipelaga Severnaya Zemlya [Silurian and Devonian stratigraphy of the Severnaya Zemlya archipelago] / Ed. R.G. Matukhin, V.V. Menner. Novosibirsk, 1999. P. 110–120.
 28. *Beznosova T.M., Lukin V.Yu.* Voyvyvskiy gorizont – novoe stratigraficheskoe podrazdelenie [The Voyvyv horizon – a new stratigraphic unit] // Geologiya i mineral'nye resursy Evropeiskogo Severo-Vostoka Rossii [Geology and mineral resources of the European North-East of Russia]: Materials of XV Geol. Congress of the Komi Republic. Syktывkar: Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, 2009. Vol. II. P. 15–18.
 29. *Beznosova T.M.* Morfologicheskaya adaptacija severoural'skih brahiopod k izmenenijam sredy obitanija v pozdnem ordovike–rannem silure [Morphological adaptation of the North Ural brachiopods to habitat changes in the Late Ordovician – Early Silurian]: Materials of LXIV session of the Paleontological Society, RAS. St.Petersburg, 2018. P. 16–17.
 30. *Boucot A.* Evolyutsiya i tempy vymiraniya [Evolution and the rate of extinction]. Moscow: Mir. 1979. 378 p.
 31. *Beznosova T.M., Sokolova L.V.* Pogranichnye otlozheniya llandovery i wenloka v opornom razreze silura tcentral'noj chaste gryady Chernysheva [Llandovery-Wenlock boundary deposits in the Silurian key section of the central part of the Chernyshev Ridge] // Bull. of

- Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, 2015. №12. P. 24–30.
32. Usloviya osadkonakopleniya i biota na rubezhe llandoverti i venloka (podnyatie Chernova) [Sedimentation conditions and biota at Llandoveryan-Wenlockian boundary (Chernov swell)] / *T.M. Beznosova, P. Männik, T.V. Maidl', V.Yu.Lukin, V.A.Matveev* // Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2014. №. 3. P. 14–17.
 33. *Modzalevskaya T.L., Myarss T.* O vozraste podshvy grebenskogo gorizonta Urala [On the age of the lower bound of the Greiben horizon of the Urals] // Proc. of the Estonian Ac. Sci. Geology, 1991. Vol. 40. №3. P. 100–103.
 34. *Modzalevskaya T.L.* Sredneludfordskoye sobytiye v evolyutsii siluriyskikh brachiopod Yevropeyskoy provincii [The middle Ludfordian event in the evolution of Silurian brachiopods of the European province] // Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya [Stratigraphy. Geological correlation]. 1997. Vol. 3. P. 3–9.
 35. *Antoshkina A.I.* Proyavleniye ludfordskogo sobytiya Lau (verkhniy silur) na Severo-Vostoke yevropeyskoy chasti Rossii [The Ludfordian Lau Event (Upper Silurian) in the Northeastern Regions of European Russia] // Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya [Stratigraphy. Geological correlation]. 2018. Vol. 26. No. 6. P. 15–40.
 36. *Beznosova T.M., Matveev V.A., Sokolova L.V.* Biostratigraficheskiy i sobytiyno-stratigraficheskiy rubezh ludlova i przhidola na zapadnom sklone Pripolyarnogo Urala [Biostratigraphical and event-stratigraphical boundary of the Ludlow and Pridoli on the western slope of Subpolar Urals] // Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2018. №. 11. P. 31–37.
 37. *Matveev V.A., Kanev B.I.* Osobennosti stroyeniya verkhneludlovskikh otlozheniy v opornom razreze silura na zapadnom sklone Pripolyarnogo Urala [Features of the Upper Ludlow deposits in the Silurian key section on the western slope of the Subpolar Urals] // Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2016. №. 8. P. 3–8.
 38. *Baranov V.V., Blodgett R.B.* Korrelyatsiya przhidol'skikh otlozheniy (verkhniy silur) arkticheskikh regionov Yevrazii i Severnoy Ameriki [Correlation of the Pridolian deposits (Upper Silurian) of the Arctic regions of Eurasia and North America] // Otechestvennaya geologiya. 2013. №. 5. P. 52–57.
 39. *Baranov V.V.* Global'nyye sobytiya (Nizhniy Pridol'skiy i Klontk) v srednem paleozoye severo-vostoke Yevrazii i na sopredel'nykh territoriyakh [Global events (Lower Pridolian and Klontk) in the Middle Paleozoic in the northeast of Eurasia and in adjacent territories] // Nauka i obrazovaniye [Science and education]. 2015. №. 3 (79). P. 33–37.
 40. *Opornye razrezy pogranichnykh otlozheniy silura i devona Pripolyarnogo Urala* [Key sections of the Silurian/Devonian boundary deposits of Subpolar Urals] / Comp. V.S. Tsyganko, V.A. Chermnykh. Syktывkar: Komi Branch, USSR Ac. Sci., 1983. 136 p.
 41. *Martynov A.V.* Litologo-fatsial'nyye kriterii prognoza neftegazonosnosti ordoviksko-nizhnedevonskikh otlozheniy Timano-Pechorskoy provintsii [Lithofacial criteria for oil and gas potential forecast of the Ordovician-Lower Devonian deposits of the Timan-Pechora province]; Abstract of diss... Cand. Sci. (Geol.&Miner.). St. Petersburg, 1993. 29 p.
 42. *Puchkov V.N.* Nahodki konodontov v paleozoye severa Urala i ih stratigraficheskoye znachenie [Finds of conodonts in the Paleozoic of the north of the Urals and their stratigraphic significance] // Doklady Earth Sciences. 1973. Vol. 209. №3. P. 668–670.
 43. *Abushik A.F.* Pozdnesilurijskie ostrakody Vajgacha [Late Silurian ostracods of Vaigach] // Stratigrafiya i fauna siluriyskikh otlozheniy Vajgacha [Stratigraphy and fauna from the Silurian deposits of Vaigach]. Leningrad: Research Institute of Arctic Geology, 1970. P. 165–194.
 44. *Abushik A.F.* Silurijskie i rannedevonskie ostrakody [Silurian and Devonian ostracodes] // Silurijskie i rannedevonskie otlozheniya ostrova Dolgogo [Silurian and Early Devonian deposits of Dolgy island]. Sverdlovsk: Ural Sci. Centre, USSR Ac. Sci., 1980. P. 107–140.
 45. *Beznosova T.M.* Silurian brachiopods in the Timan-Northern Ural region: zonation and palaeoecology // Proc. Estonian Acad. Sci. Geol., 2000. Vol. 4. P. 126–146.
 46. *Nikiforova O.I.* Brachiopody grebenskogo gorizonta Vaygacha (pozdniy silur) // Stratigrafiya i fauna siluriyskikh otlozheniy Vaygacha [Brachiopods of Greiben horizon of Vaigach (Late Silurian)] // Stratigraphy and fauna of Silurian deposits of Vaigach. Leningrad, 1970. P. 97–149.
 47. *Cherkesova S.V.* Grebenskoj gorizont silura Vajgacha [Silurian Greiben horizon of Vaigach] // Stratigraphy and fauna of Silurian deposits of Vaigach. Leningrad, 1970. P. 4–24. (Proc. of Research Institute of Arctic Geology).
 48. *Shamsutdinova L.L.* Harakternye komplekсы ostrakod i biostratigrafiya grebenskogo gorizonta vala Gamburceva [Characteristic ostracods complexes and biostratigraphy of the Greiben horizon of the Gamburtsev swell] // Geologiya i neftegazonosnost' Timano-Pechorskogo bassejna [Geology and oil and gas potential of the Timan-Pechora basin]: Collection of sci. papers. Ukhta, 2008. P. 119–126.
 49. *Beznosova T.M., Matveev V.A., Sokolova L.V.* Upper Ludlowian-Lower Pridolian stratigraphy, carbon isotope of the Timan-North Urals

- region // *J. of Silicate Based and Composite materials*. 2019. Vol. 73, № 1. P. 28–31.
50. *Nekhorosheva L.V., Patrunov D.K.* Grebenskoy gorizont Vaygachsko-Novozemel'skogo regiona [Greiben horizon of the Vaigach-Novaya Zemlya region] // *Soviet Geology*. 1981. №.4. P. 80–85.
51. Middle Palaeozoic extinction events: faunal and isotopic data / *Talent J.A., Mawson R., Andrew A.S., Hamilton P.J., Whitford D.J.* // *Palaeoecology, Palaeoclimatology, Palaeogeography*. 1993. № 104. P. 139–152.
52. *Jeppsson L.* Silurian oceanic events. A summary of general characteristics. In: Landing E.; Johnson, M.E. (Eds.), *Silurian Cycles: Linkages of Dynamic Stratigraphy with Atmospheric, Oceanic and Tectonic Changes*, James Hall Centennial Volume New York State Museum Bulletin. 1998. Vol. 491. P. 239–257.

Статья поступила в редакцию 16.12.2020