

УДК 551.734.5/735.1

ПОГРАНИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ДЕВОНА И КАРБОНА НА ВОРКУТИНСКОМ ПОПЕРЕЧНОМ ПОДНЯТИИ (р. Большая Уса)

А.В. Журавлев, А.Н. Плотицын, Я.А. Вевель, А.В. Ерофеевский
Институт геологии имени академика Н.П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар, 167982, Россия

Аннотация

В статье дана комплексная литолого-палеонтологическая характеристика пограничных отложений девонской и каменноугольной систем в мелководных фациях в разрезе на р. Большая Уса (Воркутинское поперечное поднятие). Положение границы обосновано находками раннекаменноугольных конодонтов *Patrognathus crassus*, *Pseudopolygnathus* cf. *primus*. Эти таксоны могут рассматриваться в качестве маркеров нижней границы каменноугольной системы в мелководных фациях карбонатной платформы. Положение границы также обосновывается исчезновением фораминифер *Quasiendothyra* и появлением *Earlandia* cf. *minima* и *E. elegans*. Основание каменноугольной системы примерно совпадает с границей бахромчатой толщи и важхановейской свиты.

Ключевые слова: конодонты, фораминиферы, биостратиграфия, граница девонской и каменноугольной систем, Полярный Урал

Введение

В настоящее время начало развития отложений каменноугольного возраста маркирует первое появление конодонтов *Siphonodella sulcata* (Huddle) [1]. Этот вид конодонтов характерен для относительно глубоководно-шельфовых фаций и редко встречается в разрезах мелководной карбонатной платформы, которые на территории Североуральского региона наиболее детально изучены на р. Каменка (юг Печора-Кожвинского мегавала) [2–4] и р. Большая Сыня (южная часть гряды Чернышева) [3, 5]. В разрезе на р. Большая Сыня пограничные отложения имеют скудную палеонтологическую характеристику, так как органические остатки представлены преимущественно индифферентными комплексами фауны широкого стратиграфического распространения, что не позволяет биостратиграфически достоверно установить уровень границы. В опорном разрезе на р. Каменка установлено примерное совпадение уровня первого появления *Siphonodella sulcata* и «мелководных» конодонтов *Siphonodella semichatovae* Kononova et Lipnjagov и *Patrognathus crassus* Kononova et Migdisova [4, 6]. Эти данные косвенно подтверждаются материалами по разрезам Московской синеклизы [7, 8]. Таким образом, при отсутствии *Siphonodella sulcata* дополнительными маркерами границы систем могут служить *Siphonodella semichatovae* и *Patrognathus crassus* [6]. В разрезе на р. Каменка по фораминиферам граница проводится по совместному нахождению *Earlandia minima* (Birina) и *Tournayellina*

pseudobeata Reitlinger et Kulagina и примерно совпадает с уровнем проведения границы в этом разрезе по конодонтам [4]. Уточнение критериев проведения границы девонской и каменноугольной систем в мелководных фациях представляет не только теоретический, но и практический интерес, поскольку на большей части территории Тимано-Печорской плиты и ее акваториального продолжения пограничный интервал сложен именно мелководными образованиями [9]. Пограничный девонско-каменноугольный интервал характеризуется одним из наиболее масштабных критических рубежей в палеозое – Хангебергским глобальным геологическим событием [10, 11]. Информация о характере проявления этого события в разрезах мелководной карбонатной платформы крайне скудна и нуждается в дополнительном изучении. Кроме того, актуальность детального рассмотрения частных разрезов, охватывающих пограничный интервал, диктуется происходящим в настоящее время выбором нового лимитотипа и/или поиском новых критериев определения границы девонской и каменноугольной систем [12, 13]. Кроме того, турнейская часть разреза в нижнем течении р. Большая Уса выступает в качестве стратотипа важхановейской свиты (C_{1vz}) [14], который предложен в качестве геологического памятника природы регионального значения [15], что обуславливает необходимость его детального комплексного изучения. При этом опубликованные биостратиграфические данные по пограничным девонско-каменноугольным отложениям бассейна р. Большая Уса практически отсутствуют. Выделяемые в этом районе бахромчатая толща (D_3bh) и важхановейская свита (C_{1vz}) были предложены в процессе геологического доизучения масштаба 1:200 000 территории листа Q-41 – V, VI (Воркута) в 2005 г., однако не были опубликованы. Биостратиграфическая характеристика стратонов ограничена списками фораминифер, без отчетливой привязки к разрезу.

Таким образом, цель настоящей статьи состоит в комплексной литолого-палеонтологической характеристике пограничных отложений девонской и каменноугольной систем в мелководных фациях в разрезе на р. Большая Уса (Воркутинское поперечное поднятие).

1. Объект, материалы и методы исследования

Объектом настоящего исследования являются пограничные отложения девонской и каменноугольной систем, вскрывающиеся в обнажении BU6 в нижнем течении р. Большая Уса (координаты начала обнажения BU6: N 67°28'28", E 64°44'31") (рис. 1). В административном плане разрез на р. Большая Уса расположен в пределах Воркутинского района Республики Коми, приблизительно в 30 км на восток от г. Воркута и в 500 м вверх по течению р. Большая Уса от ее слияния с р. Малая Уса. В геологическом плане разрез находится вблизи северо-восточной границы Воркутинского поперечного поднятия, в зоне Главного западноуральского надвига (ГЗУН) (рис. 1). Формационно вскрывающиеся в разрезе отложения девона и карбона принадлежат к Бельско-Елецкой структурно-формационной зоне западного склона Урала. Фациально они представлены образованиями крайнего мелководья с карбонатным осадконакоплением.

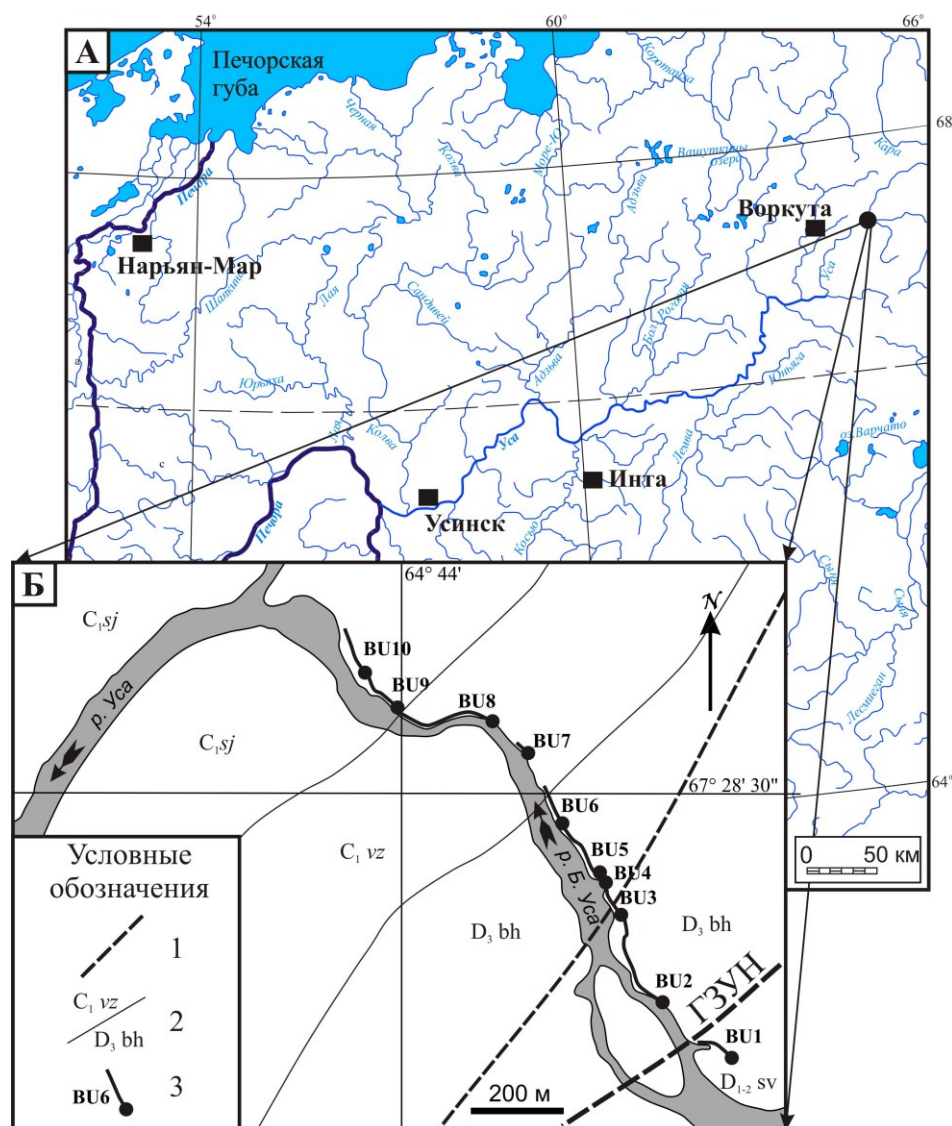


Рис. 1. Схема расположения разрезов девона и карбона в нижнем течении р. Большая Уса. Условные обозначения: 1 – разрывные нарушения; 2 – геологические границы и индексы местных стратонтов; 3 – обнажения и их номера

В основу исследования положены материалы, полученные коллективом авторов во время экспедиционных работ в 2017 г. в составе геологического отряда Института геологии им. академика Н.П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН на Полярном Урале. Для уточнения и детализации литолого-палеонтологической характеристики объекта исследования, в частности для выявления и определения фораминифер и водорослей, изучено порядка 20 шлифов. Для выделения микроостатков конодонтов химической дезинтеграции подвергнуто 17 проб карбонатных пород. При химической обработке применялась стандартная методика растворения в 7–10%-ном растворе уксусной кислоты.

Фотоизображения конодонтовых элементов получены на сканирующем электронном микроскопе VEGA3 TESCAN, установленном в Институте геологии им. академика Н.П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН (оператор А.С. Шуйский).

2. Литолого-палеонтологическая характеристика

Река Большая Уса (левый приток р. Уса) в своем нижнем течении протекает по широкому каньону, борта которого сложены различными типами преимущественно карбонатных образований шервожской свиты (D_{1-2sr}), бахромчатой толщи (D_3bh), важхановейской свиты (C_{1vz}) и нижней части сартюской свиты (C_{1sj}), описанных авторами в обнажениях BU1 – BU10 (см. рис. 1).

Непосредственно граница между девонской и каменноугольной системами в долине р. Большая Уса выходит на дневную поверхность в обнажении BU-6 и приурочена приблизительно к границе бахромчатой толщи и важхановейской свиты (см. рис. 1, 2). Бахромчатая толща мощностью более 250 м представлена известняками светло-серыми тонкодетритовыми до пелитоморфными, участками доломитистыми, с прослоями, обогащенными микробиально-водорослевыми корками. В известняках часто встречаются раковины и створки брахиопод и раковины гастропод. Залегающая выше важхановейская свита мощностью 180–190 м представлена повторяющимися чередованиями известняков глинистых и известняков органогенно-детритовых с ходами *Skolithos*, ветвистыми колониями кораллов и намывами створок брахиопод. Характерны кремнисто-карбонатные стяжения темно-серого и черного цвета.

Ниже подробно рассматривается верхняя часть бахромчатой толщи и самые низы важхановейской свиты, вскрывающихся в обнажении BU-6 (рис. 2).

2.1. Бахромчатая толща (верхняя часть).

1. Серые тонкодетритово-пелитоморфные известняки (вакстоуны) с волнистослойчатой текстурой, которая подчеркнута распределением мелкого органогенного детрита (остатки известковых водорослей и фораминифер). Встречены редкие микробиально-водорослевые корки, формирующие «узорчатую» текстуру и тонкая рассеянная вкрапленность сульфидов (до 2%), в том числе фрамбоидальные агрегаты со средним размером фрамбоидов около 30 мкм. Видимая мощность слоя 0.9 м. Органические остатки представлены обломками конодонтовых элементов, зелеными водорослями и фораминиферами. Из последних определены однокамерные формы *Archaeosphaera minima* Suleimanov, *Vicinisphaera* sp., *V. angulata* Antropov, *Bisphaera malevkensis* Birina, *B. elegans* Vissarionova.

2. Не обнажено около 3 м по мощности.

3. Серые до темно-серых мелко-тонкодетритовые известняки (грейн-пакстоуны литобиокластические) с массивной до неотчетливо волнистослойчатой текстурой. Встречены редкие фрамбоидальные агрегаты сульфидов со средним размером фрамбоидов около 20 мкм. Видимая мощность слоя 0.9 м. Органические остатки характеризуются недиагностируемыми обломками конодонтов, однокамерными фораминиферами *Vicinisphaera squalida* Antropov, *V. angulata* Antropov, *Bisphaera* sp., многокамерными фораминиферами *Eoendothyra ex gr. comminis* (Rauser), а также зелеными водорослями.

4. Не обнажено 0.3 м по мощности.

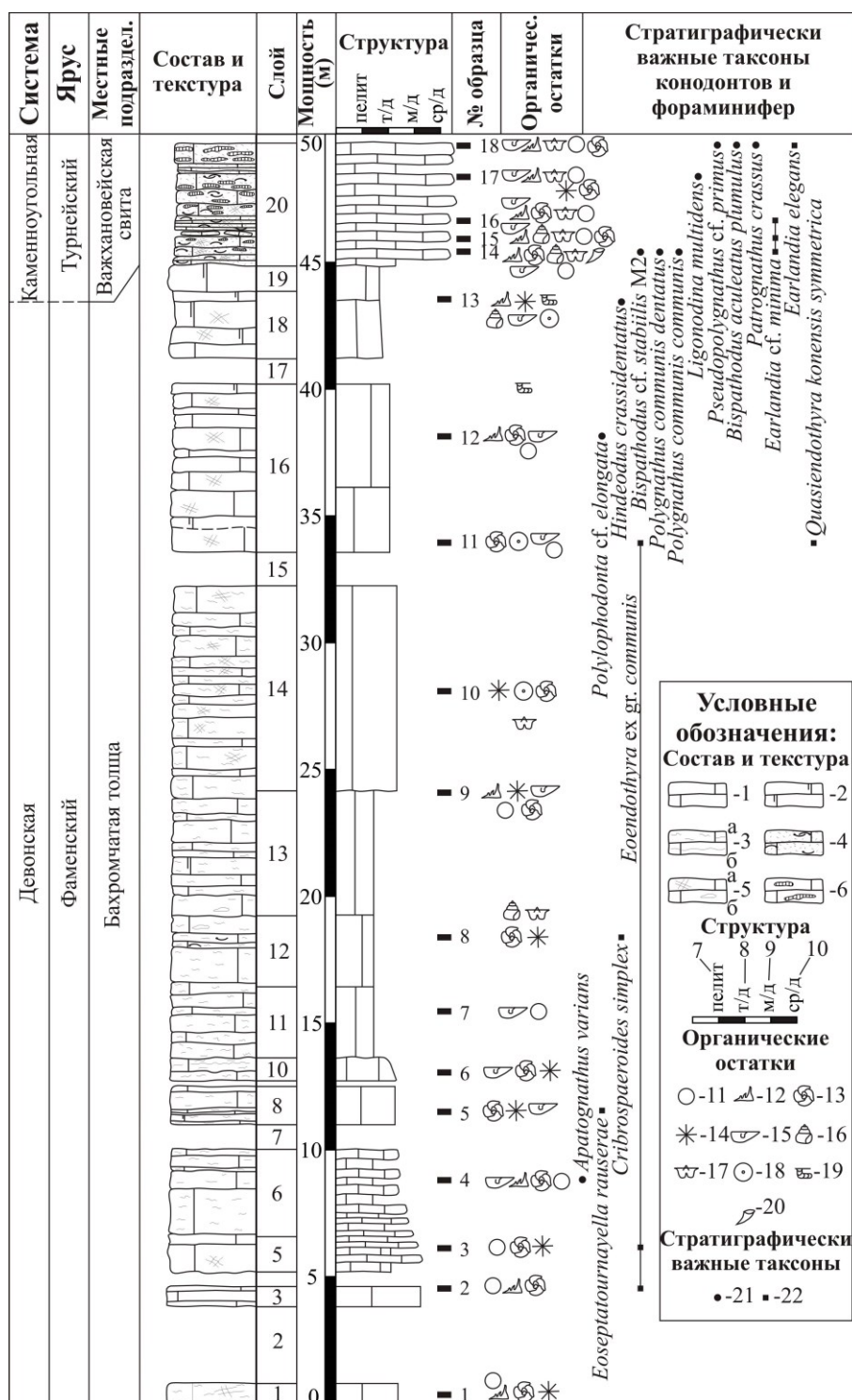


Рис. 2. Литолого-стратиграфическая колонка пограничных отложений фаменского и турнейского ярусов обнажения Ви-6 в нижнем течении р. Большая Уса. Условные обозначения: 1 – известняк; 2 – перекристаллизованный, в различной степени доломитизированный, известняк; 3а – «узорчатый» известняк; 3б – известняк с пологоволнисто-

слоистой текстурой; 4 – детритовый известняк; 5а – кальцитовые жилы; 5б – полости выполненные кальцитом; 6 – кремнисто-карбонатные конкреции; 7 – пелитоморфная структура; 8 – тонкодетритовая структура; 9 – мелкодетритовая структура; 10 – среднететритовая структура; 11 – кальцисферы; 12 – конодонты; 13 – фораминиферы; 14 – водоросли; 15 – остракоды; 16 – гастроподы; 17 – брахиоподы; 18 – криноидеи; 19 – ходы илоедов; 20 – кораллы; 21 – конодонты; 22 – фораминиферы

5. Известняки темно-серые пелит-тонкодетритовые (вакстоуны) чередуются с тонко-мелкодетритовыми известняками (масштаб чередования около 0.2 м). Текстура массивная до неотчетливо волнисто-линзовиднослойчатой. Отмечаются включения твердого битума по трещинам. Кровля слоя бугристая. Видимая мощность 1.4 м. Обнаружены раковины и отдельные створки раковин остракод, мелкие раковины гастропод, членики морских лилий, фораминиферы *Vicinisphaera angulata* Antropov, *Bisphaera malevkensis* Birina, *B. elegans* Vissarionova, *Diplosphaerina* sp. и *Eoendothyra* ex gr. *comminis* (Rausser), а также зеленые водоросли *Issinella devonica* Reitlinger.

6. Серые до светло-серых тонкодетрит-пелитоморфные известняки с неотчетливой полговолнистослойчатой текстурой и микробиально-корковыми прослоями. Текстура намечена тонкими слойками (1–2 см по мощности) мелкого и среднего детрита. В верхней части слоя отмечается «узорчатая» текстура, подчеркнутая распределением кристаллического кальцита (фенестры в пеллоидно-густковых мад-вакстоунах). В тонкодетритово-пелитоморфных разностях отмечаются рассеянные фрамбоидальные агрегаты сульфидов. Видимая мощность слоя 3.4 м. Органические остатки представлены однокамерными фораминиферами *Archaeosphaera* sp. и *Vicinisphaera angulata* Antropov, конодонтами *Apatognathus varians* Branson et Mehl, а также остракодами.

7. Не обнажено 1 м по мощности.

8. Светло-серые до темно-серых известняки формируют чередование (масштаб 0.6–0.8 м) тонкодетрит-пелитоморфных (слойки 0.4–0.6 м) и пелит-тонкодетритовых (вакстоуны) с мелким детритом (слойки 0.2 м) разностей. Текстура неотчетливо волнистослойчатая. Отмечается неравномерное распределение доломита, тонкая вкрапленность сульфидов (до 3%), в том числе фрамбоидальных, со средним размером фрамбоидов около 30 мкм. Видимая мощность 1.5 м. Обнаружены остатки остракод, фораминиферы *Bisphaera malevkensis* Birina, *Tournayella* sp. и *Eoendothyra* sp., зеленые водоросли *Kamaena magna* R.Ivanova, *K. minuta* R. Ivanova, *K. delicata* Antropov, *Proninella* ex gr. *gracilis* Vachard.

9. Не обнажено 0.2 м по мощности.

10. Темно-серые пелит-тонкодетритовые (вак-пакстоуны) неотчетливо волнистослойчатые известняки переходят вверх по слою в тонкодетритово-пелитоморфные. Отмечаются редкие микробиально-водорослевые корки мощностью первые сантиметры и выделения твердых битумов, приуроченных к трещинам. Видимая мощность 0.9 м. Встречены целые раковины и отдельные створки раковин остракод, однокамерные фораминиферы *Vicinisphaera angulata* Antropov, *Eotuberetina reitlingerae* A. Miklukho-Maclay и водоросли *Tubus vermis* (Bogush et Juferev) и *Palaeomicrocodium*.

11. Микробиально-корковые известняки серого до светло-серого цвета пелитоморфные с рассеянным тонким детритом (пеллоидные вакстоуны) с неот-

четливой полговолнистослойчатой текстурой. Вверх по слою концентрация микробиальных корок возрастает. Неравномерное распределение доломита создает мелкоузорчатую текстуру. Отмечается гнездовидное распределение тонко-мелкого детрита. По трещинам присутствуют выделения твердого битума. Органические остатки характеризуются редкими остракодами и кальцисферами. Мощность 3 м.

12. Темно-серые до серых слабоглинистые пелитоморфные известняки с массивной текстурой и рассеянным тонким детритом (вакстоуны). В пределах слоя отмечены инкрустации белого кальцита, гнездовидно-рассеянное распределение мелкого органогенного детрита, раковин гастропод и брахиопод, рассеянная тонкая вкрапленность сульфидов. Мощность слоя 2.9 м. Помимо недиагностируемого органогенного детрита и фораминифер *Cribrosphaeroides simplex* (Reitlinger), раковин гастропод и брахиопод, отмечаются находки водорослей *Issinella devonica* Reitlinger, *Crassikamaena foraminosa* Brenckle, *Cateniphycus* sp.

13. Темно-серые до серых пелитоморфные массивные доломитистые известняки с рассеянным тонким детритом (вакстоуны). В подошвенной части встречены инкрустации белого кальцита. Распределение мелкого детрита, раковин гастропод, брахиопод и остракод носит гнездовидно-рассеянный характер. Кроме того, отмечаются редкие микробиально-водорослевые корки и рассеянная тонкая вкрапленность сульфидов. Распределение доломита в нижней части слоя неравномерное. Кровля слоя пологобугристая. Мощность 4.8 м. Из органических остатков определены единичные однокамерные фораминиферы *Vicinisphaera squalida* Antropov, *Bisphaera* sp., конодонты *Ligonodina* sp., а также зеленые водоросли.

14. В серых до темно-серых тонкодетритово-пелитоморфных известняках (пакстоуны) с неотчетливо волнистослойчатой текстурой, трассируемой микробиально-водорослевыми корками, отмечается гнездовидно-рассеянное распределение мелкого до среднего детрита и створок брахиопод. Кроме того, для этих известняков характерно неравномерное распределение доломита и тонкая рассеянная вкрапленность сульфидов (до 1%). Видимая мощность 7.2 м. Органические остатки представлены раковинами брахиопод, члениками криноиде, однокамерными фораминиферами *Archaesphaera minima* Suleimanov, *Vicinisphaera squalida* Antropov и многокамерными *Eoendothyra* sp.

15. Не обнажено 1.3 м по мощности.

16. Светло-серые до серых, в средней части слоя до темно-серых, существенно водорослевые, пелит-тонкодетритовые известняки (вакстоуны) с массивной или «мелкоузорчатой», за счет неравномерного распределения доломита, текстурой. В значительной степени развиты сутуры, которые выполнены глинистым материалом черного цвета и часто обогащены органическим веществом. В прикровельной части отмечены многочисленные субвертикальные ходы, заполненные доломитом. Видимая мощность слоя 6.4 м. Из органических остатков идентифицированы отдельные створки и целые раковины остракод, членики криноидей, конодонты *Polygnathus* sp. и *Polylophodonta* cf. *elongata* Druce, а также многочисленные однокамерные фораминиферы *Bisphaera* sp., *B. malevkensis* Birina, *Eoendothyra* ex gr. *comminis* (Rauser), *Vicinisphaera angulata* Antropov, *V. squalida* Antropov и многокамерные *Quasiendothyra* sp. и *Q. konensis symmetrica*

Табл. 1

Распределение фораминифер в пограничном интервале

Таксон	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
<i>Archaesphaera minima</i>	x								x							
<i>Vicinisphaera angulata</i>	x	x	x	x		x				x		x	x	x	x	x
<i>Bisphaera malevkensis</i>	x		x		x					x		x	x	x	x	x
<i>Bisphaera elegans</i>	x		x													
<i>Vicinisphaera squalida</i>		x						x	x		x	x	x		x	x
<i>Bisphaera</i> sp.		x						x			x	x	x	x	x	x
<i>Eoendothyra comminis</i>		ex gr.	ex gr.							ex gr.						
<i>Diplosphaerina</i> sp.			x													
<i>Archaesphaera</i> sp.				x												
<i>Tournayella</i> sp.					x											
<i>Eoendothyra</i> sp.					x				x							
<i>Eoseptatournayella rauserae</i>					ex gr.											
<i>Eotuberetina reitlingerae</i>						x										
<i>Cribrosphaeroides simplex</i>							x									
<i>Quasiendothyra konen- sis symmetrica</i>										x						
<i>Parathuramminites suleimanovi</i>												x	x			
<i>Parathuramminites</i> sp.														x		
<i>Earlandia minima</i>												cf	cf	cf		cf
<i>Earlandia elegans</i>																x

Brazhnikova. (более подробная палеонтологическая характеристика отражена в табл. 1).

17. Не обнажено 1 м по мощности.

18. В массивных тонкодетритово-пелитоморфных известняках (вакстоуны) серого до темно-серого цвета распределение мелкого до среднего органогенного детрита (известковые водоросли, раковины остракод) носит рассеянно-гнездовидный характер. Для них характерно также неравномерное распределение доломита, в частности, редкие субвертикальные ходы в прикровельной части слоя выполнены доломитом. По трещинам, в том числе сутурным швам, развиты выделения твердого битума. Видимая мощность 2.5 м. Органические остатки представлены водорослями, фрагментами и целыми раковинами остракод, гастропод, криноидеями и конодонтовыми элементами *Hindeodus crassidentatus* (Branson et Mehl).

19. В русловой части реки отмечаются выходы известняков, которые по своему внешнему облику сходны со слоем 18. Мощность 1.3 м.

2.2. Важхановейская свита (низы).

20. Известняки темно-серые пелит-тонкодетритовые (пакстоуны) с волнистолинзовиднослойчатой текстурой, черноцветными кремнисто-карбонатными стяжениями неправильной формы и линзовидно-гнездовидным распределением мелкого и среднего детрита (до пак-грейнстоунов), раковин остракод, гастропод,

Табл. 2

Распределение конодонтов в пограничном интервале

Таксон	1	2	4	9	12	13	14	16	17	18
<i>Apatognathus varians</i>			x							
<i>Ligonodina</i> sp.				x			x	x		
<i>Polygnathus</i> sp.					x					
<i>Polyphodonta elongata</i>					cf					
<i>Hindeodus crassidentatus</i>						cf				
<i>Bispathodus stabiilis</i> M2							cf			
<i>Polygnathus communis communis</i>							x			
<i>Polygnathus communis dentatus</i>							x			
<i>Ligonodina multidentis</i>									x	
<i>Pseudopolygnathus primus</i>										cf
<i>Bispathodus aculeatus plumulus</i>										x
<i>Patrognathus crassus</i>										x
Недиагностируемые обломки	x	x								
Индекс окраски конодонтов (ИОК)	5	6	4.5	5	5.5	5	5	4.5	5	5

брахиопод (*Spinocarinfera* Roberts) и одиночных ругоз. Мощность линз около 0.1 м. Размер и количество стяжений возрастают вверх по слою. В верхней части слоя известняки доломитовые. Отмечаются выделения твердых битумов по трещинам и в межкристаллическом пространстве доломита. Видимая мощность 4.7 м. Помимо вышеперечисленных органических остатков встречены конодонтовые элементы *Bispathodus* cf. *stabilis* (Branson et Mehl) M2, *B. aculeatus plumulus* Rhodes, Austin et Druce, *Ligonodina multidentis* Dzik, *L. sp.*, *Patrognathus crassus* Kononova et Migdisova, *Polygnathus communis communis* Branson et Mehl, *P. communis dentatus* Druce и *Pseudopolygnathus* cf. *primus* (Branson et Mehl); большое количество кальцифер и однокаменные фораминиферы *Bisphaera* sp., *B. malevkensis* Birina, *Earlandia* cf. *minima* (Birina), *E. elegans* (Rausser et Reitlinger), *Ivanovella* sp., *Parathuramminites suleimanovi* (Lipina), *P. sp.*, *Vicinisphaera angulata* Antropov и *V. squalida* Antropov, зеленые водоросли *Tubus vermis* (Bogush et Juferev), а также водоросли плохой сохранности, возможно харовые, и *Palaeomicrocodium* (более подробная палеонтологическая характеристика отражена в табл. 1 и 2).

Далее следует необнаженный участок около 40 м по мощности, после которого вскрываются темно-серые кремнистые, участками доломитовые, известняки (пак-вакстоуны) обнажения BU7 с волнистослойчатой текстурой и плохо оформленными кремнистыми стяжениями. Определимые конодонтовые элементы в этих известняках не обнаружены. В нижней части выхода диагностирован среднетурнейский комплекс фораминифер с *Chernyshinella glomiformis* (Lipina), *Palaeospiroplectamina* sp. и др.

3. Биостратиграфический анализ

Конодонты в изученном разрезе крайне малочисленны, демонстрируют невысокое таксономическое разнообразие и посредственную сохранность (рис. 3). Значительная часть конодонтовых элементов несет следы перекристаллизации и микрореформаций. Для всего разреза характерны индексы окраски конодонтовых

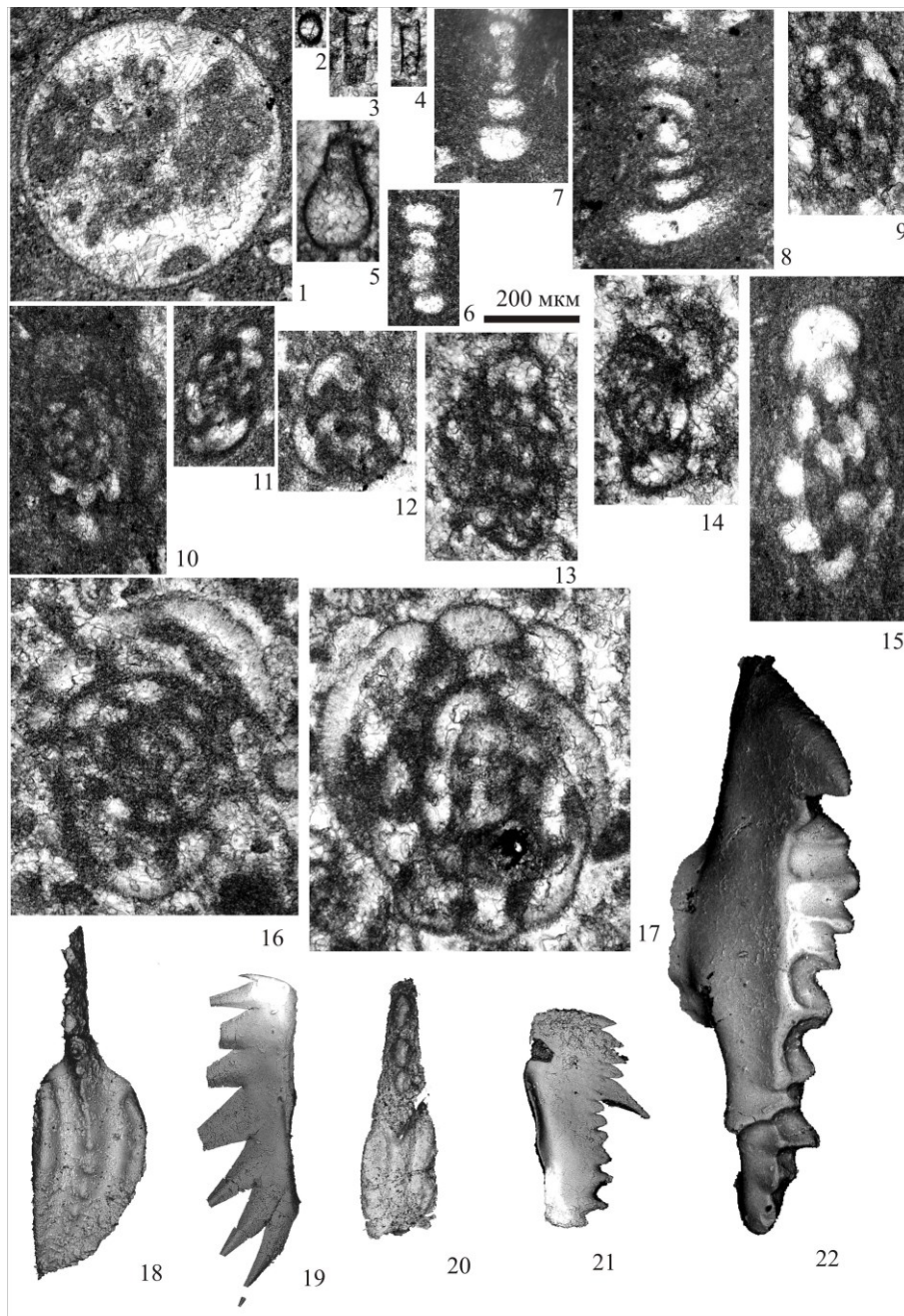


Рис. 3. Фораминиферы и конодонты из пограничного фамено-турнейского интервала в обнажении Ви-6, р. Большая Уса. Фораминиферы: 1 - *Bisphaera malevkensis* Birina, 1948, обр. 3, бахромчатая толща, фаменский ярус; 2-4 - *Earlandia* cf. *minima* (Birina, 1948), важхановейская свита, турнейский ярус: 2 и 3 – обр. 14, 4 – обр. 16; 5 - *Earlandia elegans* (Rauser et Reitlinger, 1940), обр. 18, важхановейская свита, турнейский ярус.; 6-8 - *Tournayella* sp., обр. 5, бахромчатая толща, фаменский ярус; 9, 16 - *Eoendothyra* ex gr. *communis* (Rauser, 1948), бахромчатая толща, фаменский ярус: 9 - обр. 2; 16 – обр. 5; 10-14 - *Eoendothyra communis* (Rauser, 1948), бахромчатая толща, фаменский ярус: 10-12 – обр. 3, 13-14 – обр. 11; 16, 17 - *Quasiendothyra konensis symmetrica* Brazhnikova, 1962, обр. 11, бахромчатая толща, фаменский ярус. Конодонты: 18 - *Polygnathus communis communis*

Branson et Mehl 1943, обр. 14, важхановейская свита, турнейский ярус; 19 - *Ligonodina multidentis* Dzik 2006, обр. 17, важхановейская свита, турнейский ярус; 20 - *Polylophodonta* cf. *elongata* Druce 1969, обр. 12, бахромчатая толща, фаменский ярус; 21 - *Patrognathus crassus* Kononova et Migdisova 1984, обр. 18, важхановейская свита, турнейский ярус. 22 – *Bispathodus aculeatus plumulus* (Rhodes, Austin et Druce 1969), обр. 18, важхановейская свита, турнейский ярус

элементов (ИОК) 4.5–5, иногда эти значения поднимаются до 6 (см. табл. 2). В нижней части разреза (слои 1 и 3) обнаружены лишь недиагностируемые обломки конодонтовых элементов. Первые определимые конодонты, *Apatognathus varians* Branson et Mehl, найдены в слое 6 (обр. 4). В верхней части слоя 13 конодонты представлены S-элементами *Ligonodina* sp. В верхней половине слоя 16 обнаружен более разнообразный комплекс конодонтов плохой сохранности: *Polygnathus* sp. и *Polylophodonta* cf. *elongata* Druce. В верхней части слоя 18 найдены единичные *Hindeodus* cf. *crassidentatus* (Branson et Mehl), а в слое 20 получена достаточно представительная ассоциация конодонтов, включающая *Bispathodus* cf. *stabilis* (Branson et Mehl) M2, *Polygnathus communis dentatus* Druce, *P. communis communis* Branson et Mehl, *Ligonodina multidentis* Dzik, *Pseudopolygnathus* cf. *primus* Branson et Mehl, *Bispathodus aculeatus plumulus* (Rhodes, Austin, et Bruce) и *Patrognathus crassus* Kononova et Migdisova. Находка *Patrognathus crassus* в верхней части слоя 20 маркирует вероятное положение границы девонской и каменноугольной систем в нескольких метрах выше подошвы важхановейской свиты. Дополнительным обоснованием границы может являться находка вида *Pseudopolygnathus* cf. *primus* Branson et Mehl, первое появление которого в глубоководно-шельфовых разрезах севера Урала и гряды Чернышева отмечается на уровне или незначительно выше уровня первого появления *Siphonodella sulcata* (Huddle) [16].

Фораминиферы в рассматриваемой части разреза характеризуются плохой сохранностью в силу перекристаллизации и микрорассланцевания вмещающих карбонатов (рис. 3). Во всем разрезе присутствуют редкие или многочисленные однокамерные фораминиферы *Parathuramminites suleimanovi* (Lipina), *P.* sp., *Ivanovella* sp., *Archaesphaera minima* Suleimanov, *Vicinisphaera* sp., *V. angulata* Antropov, *V. squalida* Antropov, *Bisphaera* sp., *B. malevkensis* Birina, *B. elegans* Vissarionova, *Diplosphaerina* sp. и *Eotuberetina reitlingerae* A. Miklukho-Maclay. Начиная со слоя 3 и выше (обр. 3, 5 и 11) приурочены единичные *Eoendothyra* sp. и *E. ex gr. comminis* (Rauser), а в образце 5 (слой 8) *Tournayella* sp. Этот комплекс фораминифер, появляющийся в зоне Q. communis и проходящий в зону Q. kobeitusana, характерен для верхнефаменского подъяруса верхнего девона. Только в одном образце (обр. 11) в слое 16 встречены *Quasiendothyra konensis symmetrica* Brazhnikova (вздутые раковины с двуслойной стенкой, в которой присутствует отчетливый внутренний стекловато-лучистый слой, рис. 3, 16 и 17), которые характерны для самой верхней подзоны зоны Q. kobeitusana [17, 18]. Выше по разрезу (обр. 14-18) квазиэндоитеры больше не встречены, остается только комплекс однокамерных фораминифер, среди которых в слое 20 появляются *Earlandia* cf. *minima* (Birina) и *Earlandia elegans* (Rauser et Reitlinger), характерные для одноименной зоны [19]. В разрезах Южного Урала первое появление

фораминифер *Earlandia minima* (Birina) коррелируется с основанием малевского горизонта турнейского яруса [20].

Таким образом, границу между девонской и каменноугольными системами в обнажении ВU6 условно можно провести в основании 20 слоя на рубеже бахромчатой толщи и важхановейской свиты по исчезновению фораминифер *Eoendothyra* и *Quasiendothyra* и появлению обедненного комплекса с *Earlandia* cf. *minima* в обр. 14. Незначительно выше по разрезу турнейский возраст отложений подтверждается находками *Earlandia elegans* и конодонтов *Pseudopolygnathus* cf. *primus* Branson et Mehl и *Patrognathus crassus* Kononova et Migdisova (обр. 18). Условность проведения границы связана с таксономической и количественной бедностью комплексов органических остатков и их посредственной сохранностью. При этом положение границы, предлагаемое в настоящей статье, литологически маркируется сменой массивных тонкодетритово-пелитоморфных в различной степени доломитизированных сероцветных известняков (слои 18–19) более фаунистически обогащенными тонкоплитчатыми темно-серыми пелитонкодетритовыми известняками с волнистолинзовиднослойчатой текстурой и черноцветными кремнисто-карбонатными стяжениями (слой 20).

Посредственная сохранность органических остатков в рассматриваемом разрезе обусловлена глубокими катагенетическими преобразованиями пород. Это подтверждается значениями ИОК, равными 4.5–5, что отвечают прогреву отложений до 340–400 °С [21]. Полученные значения ИОК и температурный диапазон отвечают стадиям катагенеза АК2–АК3 [22]. В пробах, где значения ИОК достигают 6, вмещающие породы подверглись термальному воздействию, при котором максимальные температуры достигали отметки 435 °С [21]. Подобные колебания индексов окраски конодонтовых элементов могут объясняться локальным влиянием разнопорядковых разрывных нарушений в зоне ГЗУН.

Заключение

Полученные результаты изучения конодонтов и фораминифер из разреза в нижнем течении р. Большая Уса позволяют биостратиграфически охарактеризовать пограничные отложения девонской и каменноугольной систем. Верхняя часть фаменского яруса, сложенная преимущественно микробиально-водорослевыми и органогенно-детритовыми карбонатами бахромчатой толщи, содержит бедный комплекс конодонтов и фораминифер, представленный космополитными таксонами. Среди конодонтов преобладают представители отряда Prioniodinida, обитавшие, скорее всего, в приповерхностной части водного столба. Фораминиферы представлены преимущественно однокамерными формами в сочетании с известковыми водорослями и редкими эндотиридами (*Eoendothyra*, *Quasiendothyra*).

Нижняя часть турнейского яруса сложена органогенно-детритовыми карбонатами важхановейской свиты с многочисленными брахиоподами, среди которых определены представители пандемичного рода *Spinocarinfera* Roberts. Конодонты в этой части разреза демонстрируют также невысокое разнообразие. Кроме проходящих из фамена представителей приниодинид и таксонов широкого распространения, здесь отмечены *Pseudopolygnathus* cf. *primus* Branson et Mehl и *Patrognathus crassus* Kononova et Migdisova, рассматриваемые в качестве маркеров границы систем [2, 7, 16]. Фораминиферы представлены

однокамерными формами (*Parathuraminites*, *Parathuramina*, *Bisphaera*, *Vicini-sphaera*) и *Earlandia*.

Следы Хангенбергского геологического события в фаменско-турнейской части разреза на р. Большая Уса из-за литологической однородности разреза (за исключением слоя 20), значительной степени вторичной преобразованности отложений, малочисленности и индифферентности комплексов органических остатков уверенной диагностике и биостратиграфическому обоснованию не поддаются. Смена литологического состава на границе девона и карбона (граница бахромчатой толщи и важхановейской свиты) отражает лишь общую трансгрессивную направленность развития Уральского палеобассейна в начале турнейского века, которая прослеживается вплоть до среднего турне (до основания зоны *Siphonodella quadruplicata*) [23].

Литература

1. *Praproth E., Feist R., Flajs G.* Decision on the Devonian-Carboniferous boundary stratotype // *Episodes*. – 1991. – V. 14, No 4. – P. 331–336.
2. *Журавлев А.В.* Конодонты верхнего девона – нижнего карбона Северо-Востока Европейской России. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2003. – 85 с.
3. *Соболев Д.Б.* Остракоды и биостратиграфия турнейского яруса севера Урала. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 113 с.
4. *Вевель Я.А., Журавлев А.В., Попов В.В.* Пограничные отложения девонской и каменноугольной систем в разрезе на р. Каменка (Печоро-Кожвинский мегавал, Тимано-Печорская провинция) // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. – 2012. – Т. 7, № 1. – URL: http://www.ngtp.ru/rub/2/6_2012.pdf.
5. *Елисеев А.И.* Стратиграфия и литология каменноугольных отложений гряды Чернышева. – Л.; М.: АН СССР, 1963. – 173 с.
6. *Zhuravlev A.V.* Shallow-water siphonodellids and definition of the Devonian-Carboniferous boundary // *Newsletter on Carboniferous Stratigraphy*. – 2017. – V. 33. – P. 21–26.
7. *Барсков И.С., Алексеев А.С., Горева Н.В., Кононова Л.И., Мигдисова А.В.* Зональная шкала карбона Восточно-Европейской платформы по конодонтам // *Палеонтологическая характеристика стратотипических и опорных разрезов карбона Московской синеклизы*. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – С. 143–151.
8. *Барсков И.С., Кононова Л.И., Мигдисова А.В.* Конодонты нижнетурнейских отложений Подмосковского бассейна // *Палеонтологическая характеристика стратотипических и опорных разрезов карбона Московской синеклизы*. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – С. 3–33.
9. *Никонов Н.И., Богацкий В.И., Мартынов А.В., Ларионова З.В., Ласкин В.М., Галкина Л.В., Довжикова Е.Г., Ермакова О.Л., Костыгова П.К., Куранова Т.И., Москаленко К.А., Панкратов Ю.А., Петренко Е.Л., Попова Е.В., Сурина А.И., Шабанова Г.А.* Тимано-Печорский седиментационный бассейн. Атлас геологических карт. – Ухта, 2000. – 67 с.
10. *Walliser O.H.* Global events in the Devonian and Carboniferous // *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic* / Ed. by O.H. Walliser. – Berlin: Springer, 1996. – P. 225–250.
11. *Becker R.T., Kaiser S.I., Aretz M.* Review of chrono-, litho- and biostratigraphy across the global Hangenberg Crisis and Devonian–Carboniferous Boundary // *Geological Society, London, Special Publications*. – 2016. – V. 423. – P. 355–386. – doi: 10.1144/SP423.10.

12. *Kaiser S.I., Becker R.T.* The required revision of the Devonian-Carboniferous boundary // *J. Stratigraphy*. – 2007. – V. 31, Suppl. 1. – P. 95.
13. *Kaiser S.I., Corradini C.* Should the Devonian-Carboniferous boundary be redefined? // *Subcommission on Devonian Stratigraphy. Newsletter*. – 2008. – V. 23. – P. 55–56.
14. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Уральская серия – Лист Q-41 (Воркута). Объяснительная записка. – СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2005. – 335 с.
15. *Журавлев А.В., Плотницын А.Н.* Стратотип важхановейской свиты в каньоне реки Большая Уса как геологический памятник природы регионального значения // *Природное геологическое наследие Европейского Севера России: Материалы Всерос. науч. конф.* – Сыктывкар: Геопринт, 2017. – С. 41–43.
16. *Плотницын А.Н.* Корреляционные уровни в верхнем фамене и турне севера Урала и гряды Чернышева // *Вестн. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН*. – 2016. – № 7. – С. 46–53.
17. *Дуркина А.В.* Фораминиферы пограничных отложений девона и карбона Тимано-Печорской Провинции. – Л.: Недра, 1984. – 139 с.
18. *Zaytseva E. L., Gibshman N.B.* The genus *Quasiendothyra* as the basis for the zonal subdivision of the Famennian and for definition of the Devonian–Carboniferous boundary in the Volga-Urals and Peri-Caspian regions // *XVIII Int. Congress on the Carboniferous and Permian*. – Kazan: Kazan Univ. Press, 2015. – P. 211.
19. *Кулагина Е.И., Гибшман Н.Б.* Общая зональная шкала нижнего карбона России по фораминиферам // *Бюл. МОИП. Отд. Геол.* – 2005. – Т. 80, Вып. 5. – С. 33–59.
20. *Kulagina E.I.* Taxonomic diversity of foraminifers of the Devonian-Carboniferous boundary interval in the South Urals // *Bull. Geosci.* – 2013. – V. 88, No 2. – P. 265-282. – doi: 10.3140/bull.geosci.1347ю
21. *Jones G.L.* Irish Carboniferous conodonts record maturation levels and the influence of tectonism, igneous activity and mineralization // *Terra Nova*. – 1992. – V. 4, No 4. – P. 238–244. – doi: 10.1111/j.1365-3121.1992.tb00478.x.
22. *Журавлев А.В.* Оценка степени термального катагенеза палеозойских отложений севера Пай-Хойского паравтохтона по индексам окраски конодонтов // *Литосфера*. – 2017. – № 1. – С. 44–52.
23. *Журавлев А.В.* Седиментационная модель области сочленения Елецкой и Лемвинской формационных зон Приполярного Урала в пограничном девонско-каменноугольном интервале // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. – 2012. – Т. 7, № 4. – URL: http://www.ngtp.ru/rub/2/59_2012.pdf.

Поступила в редакцию
29.11.17

Журавлев Андрей Владимирович, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник

Институт геологии имени академика Н.П.Юшкина Коми НЦ УрО РАН
ул. Первомайская, д. 54, г. Сыктывкар, 167000, Россия
E-mail: micropalaeontology@gmail.com

Плотницын Артем Николаевич, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник

Институт геологии имени академика Н.П.Юшкина Коми НЦ УрО РАН
ул. Первомайская, д. 54, г. Сыктывкар, 167000, Россия
E-mail: anplotitzyn@rambler.ru

Вевель Ядвига Альфредовна, младший научный сотрудник

Институт геологии имени академика Н.П.Юшкина Коми НЦ УрО РАН
ул. Первомайская, д. 54, г. Сыктывкар, 167000, Россия
E-mail: yadviga_vevel@mail.ru

Ерофеевский Андрей Владимирович, старший геолог

Институт геологии имени академика Н.П.Юшкина Коми НЦ УрО РАН
ул. Первомайская, д. 54, г. Сыктывкар, 167000, Россия
E-mail: erofeevsky1@gmail.com

ISSN 2542-064X (Print)
ISSN 2500-218X (Online)

UCHENYE ZAPISKI KAZANSKOGO UNIVERSITETA. SERIYA ESTESTVENNYE NAUKI
(Proceedings of Kazan University. Natural Sciences Series)

2018, vol. 160, no. 3, pp. 467–483

Devonian–Carboniferous Boundary Beds in the Vorkuta Transverse Uplift (Bolshaya Usa River)

A.V. Zhuravlev^{*}, *A.N. Plotitsyn*^{**}, *Y.A. Vevel*^{***}, *A.V. Erofeevskiy*^{****}

*N.P. Yushkin Institute of Geology, Komi Scientific Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar, 167982 Russia*

E-mail: ^{*}micropalaeontology@gmail.com, ^{**}anplotitzyn@rambler.ru,
^{***}yadviga_vevel@mail.ru, ^{****}erofeevsky1@gmail.com

Received November 29, 2017

Abstract

The paper contains multidisciplinary data on the lithology and palaeontology of the Devonian–Carboniferous boundary beds in the shallow-water facies in the Bolshaya Usa River section (Vorkuta Uplift). A recent discussion on the position and marker of the Devonian–Carboniferous GSSP shows that this study is highly relevant. In the Bolshaya Usa River section, the boundary almost coincides with the boundary of the Bakhromchataya Fm. and Vazhkanovey Fm.

The upper part of the Famennian (upper part of the Bakhromchataya Fm.), which is mainly composed of microbial, algal, and bioclastic carbonates (wackestone), contains poor conodont and foraminifer associations. Prioniodinida dominates the conodont associations. Foraminifers are mainly represented by unilocular forms accompanied by the rare *Eoendothyra* and *Quasiendothyra*.

The lower part of the Tournaisian (basal beds of the Vazhkanovey Fm.) is composed of clastic carbonates containing numerous brachiopod shells (*Spinocarinifera*). Conodont associations are represented by Prioniodinida of wide stratigraphic range, as well as by *Pseudopolygnathus primus* Branson et Mehl and *Patrognathus crassus* Kononova et Migdisova. Foraminifers are represented by just unilocular forms, namely: *Parathuraminites*, *Parathuramina*, *Bisphaera*, *Vicinisphaera*, and *Earlandia*.

The position of the Devonian–Carboniferous boundary in the study section is defined by the first occurrence of conodonts *Patrognathus crassus*, *Pseudopolygnathus* cf. *primus* and foraminifers *Earlandia* cf. *minima* and *E. elegans*. These taxa can be considered as markers of the boundary in shallow-water facies of the carbonate platform.

Keywords: conodonts, foraminifers, biostratigraphy, Devonian/Carboniferous boundary, Polar Urals

Figure Captions

Fig. 1. The scheme showing the location of Devonian–Carboniferous sections in the lower reaches of the Bolshaya Usa River. Key: 1 – fractures; 2 – geologic boundaries and indices of the local stratigraphic units; 3 – exposures and their numbers.

Fig. 2. The lithologic and stratigraphic column of boundary deposits of the Famennian and Tournaisian of Bu-6 exposure in the lower reaches of the Bolshaya Usa River. Key: 1 – limestone; 2 – recrystallized,

dolomitic to a various degree, limestone; 3a – “patterned” limestone; 3b – limestone with the gently-undulating layered texture; 4 – detritic limestone; 5a – calcitic veins; 5b – cavities lined with calcite; 6 – siliceous-carbonate concretions; 7 – pelitomorphic structure; 8 – very fine detritic structure; 9 – fine detritic structure; 10 – medium detritic structure; 11 – calcispheres; 12 – conodonts; 13 – foraminifers; 14 – algae; 15 – ostracods; 16 – gastropods; 17 – brachiopods; 18 – crinoids; 19 – burrows of deposit eaters; 20 – corals; 21 – conodonts; 22 – foraminifers.

Fig. 3. Foraminifers and conodonts from the Famennian–Tournaisian boundary interval in Bu-6 exposure, Bolshaya Usa River. Foraminifers: 1 - *Bisphaera malevkensis* Birina, 1948, sample 3, Bakhromchataya formation, Famennian layer; 2–4 - *Earlandia* cf. *minima* (Birina, 1948), Vazhkhanev formation, Tournaisian layer: 2 and 3 – sample 14, 4 – sample 16; 5 - *Earlandia elegans* (Rausser et Reitlinger, 1940), sample 18, Vazhkhanev formation, Tournaisian layer; 6–8 - *Tournayella* sp., sample 5, Bakhromchataya formation, Famennian layer; 9, 16 - *Eoendothyra* ex gr. *communis* (Rausser, 1948), Bakhromchataya formation, Famennian layer: 9 – sample 2; 16 – sample 5; 10–14 - *Eoendothyra communis* (Rausser, 1948), Bakhromchataya formation, Famennian layer: 10–12 – sample 3, 13–14 – sample 11; 16, 17 - *Quasiendothyra konensis symmetrica* Brazhnikova, 1962, sample 11, Bakhromchataya formation, Famennian layer. Conodonts: 18 - *Polygnathus communis communis* Branson et Mehl 1943, sample 14, Vazhkhanev formation, Tournaisian layer; 19 - *Ligonodina multidentis* Dzik 2006, sample 17, Vazhkhanev formation, Tournaisian layer; 20 - *Polyphodonta* cf. *elongata* Druce 1969, sample 12, Bakhromchataya formation, Famennian layer; 21 - *Patrognathus crassus* Kononova et Migdisova 1984, sample 18, Vazhkhanev formation, Tournaisian layer. 22 – *Bispathodus aculeatus plumulus* (Rhodes, Austin et Druce 1969), sample 18, Vazhkhanev formation, Tournaisian layer.

References

1. Paproth E., Feist R., Flajs G. Decision on the Devonian–Carboniferous boundary stratotype. *Episodes*, 1991, vol. 14, no. 4, pp. 331–336.
2. Zhuravlev A.V. *Konodonty verkhnego devona – nizhnego karbona Severo-Vostoka Evropeiskoi Rossii* [Upper Devonian–Lower Carboniferous Conodonts in the North-East of the European Part of Russia]. St. Petersburg, Izd. VSEGEI, 2003. 85 p. (In Russian)
3. Sobolev D.B. *Ostrakody i biostratigrafiya turneiskogo yarusa severa Urala* [Ostracods and Biostratigraphy of the Tournaisian in the Northern Urals]. Yekaterinburg, Ural. Otd. Ross. Akad. Nauk, 2005. 113 p. (In Russian)
4. Vevel' Y.A., Zhuravlev A.V., Popov V.V. Deposits of the Devonian and Carboniferous boundary in the Kamenka River section (Pechora-Kozhvin'sky megaswell, Timan-Pechora province). *Neftegazov. Geol. Teor. Prakt.*, 2012, vol. 7, no. 1. Available at: http://www.ngtp.ru/rub/2/6_2012.pdf. (In Russian)
5. Eliseev A.I. *Stratigrafiya i litologiya kamennougol'nykh otlozhenii gryady Chernysheva* [Stratigraphy and Lithology of the Tchernyshev Swell]. Leningrad, Moscow, Akad. Nauk. SSSR, 1963. 173 p. (In Russian)
6. Zhuravlev A.V. Shallow-water siphonodellids and definition of the Devonian–Carboniferous boundary. *Newsl. Carboniferous Stratigr.*, 2017, vol. 33, pp. 21–26.
7. Barskov I.S., Alekseev A.S., Goreva N.V., Kononova L.I., Migdisova A.V. Zonal scale of the Carboniferous of the East European Platform based on conodonts. In: *Paleontologicheskaya kharakteristika stratotipicheskikh i opornykh razrezov karbona Moskovskoi sineklizy* [Paleontological Description of the Type and Reference Sections of the Carboniferous of the Moscow Syncline]. Moscow, Izd. Mosk. Univ., 1984, pp. 143–151. (In Russian)
8. Barskov I.S., Kononova L.I., Migdisova A.V. Conodonts of the lower Tournaisian deposits of Moscow basin. In: *Paleontologicheskaya kharakteristika stratotipicheskikh i opornykh razrezov karbona Moskovskoi sineklizy* [Paleontological Description of the Type and Reference Sections of the Carboniferous of the Moscow Syncline], Moscow, Izd. Mosk. Univ., 1984, pp. 3–33. (In Russian)
9. Nikonov N.I., Bogastkii V.I., Martynov A.V., Larionova Z.V., Laskin V.M., Galkina L.V., Dovzhikova E.G., Ermakova O.L., Kostygova P.K., Kuranova T.I., Moskalenko K.A., Pankratov Yu.A., Petrenko E.L., Popova E.V., Surina A.I., Shabanova G.A. *Timano-Pechorskii sedimentatsionnyi bassein. Atlas geologicheskikh kart* [Timan-Pechora Sedimentation Basin. Atlas of Geologic Maps]. Ukhta, 2000. 67 p. (In Russian)

10. Walliser O.H. Global events in the Devonian and Carboniferous. In: Walliser O.H. (Ed.) *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic*. Berlin, Springer, 1996, pp. 225–250.
11. Becker R.T., Kaiser S.I., Aretz M. Review of chrono-, litho- and biostratigraphy across the global Hangenberg Crisis and Devonian–Carboniferous Boundary. *Geol. Soc., London, Spec. Publ.*, 2016, vol. 423, pp. 355–386. doi: 10.1144/SP423.10.
12. Kaiser S.I., Becker R.T. The required revision of the Devonian–Carboniferous boundary. *J. Stratigr.*, 2007, vol. 31, suppl. 1, p. 95.
13. Kaiser S.I., Corradini C. Should the Devonian–Carboniferous boundary be redefined? *Subcomission Devonian Stratigr. Newsl.*, 2008, vol. 23, pp. 55–56.
14. *State Geologic Map of the Russian Federation. Scale 1:1 000 000 (Third-Generation Map). Uralian Series - List Q-41 (Vorkuta). Explanatory Note*. St. Petersburg, Izd. Kartfabriki VSEGEI, 2005. 335 p. (In Russian)
15. Zhuravlev A.V., Plotitsyn A.N. Stratotype of the Vazhkanovey Formation in the Bolshaya Usa River canyon as regional geological heritage. *Prirodnoe Geologicheskoe nasledie Evropeiskogo Severa Rossii: Materialy Vseros. nauch. konf.* [Geological Heritage of European North of Russia: Proc. All-Russ. Sci.-Pract. Conf.]. Syktyvkar, Geoprint, 2017, pp. 41–43. (In Russian)
16. Plotitsyn A.N. Correlation levels in the upper Famennian and Tournaisian of the north of Urals and Tchernyshev Swell. *Vestn. Inst. Geol. Komi NTs Ural. Otd. Ross. Akad. Nauk*, 2016, no. 7, pp. 46–53. (In Russian)
17. Durkina A.V. *Foraminifery pogranichnykh otlozhenii devona i karbona Timano-Pechorskoi Provintsii* [Foraminifers of the Devonian–Carboniferous Boundary Deposits in the Timan-Pechora Province]. Leningrad, Nedra, 1984. 139 p. (In Russian)
18. Zaytseva E. L., Gibshman N.B. The genus *Quasiendothyra* as the basis for the zonal subdivision of the Famennian and for definition of the Devonian–Carboniferous boundary in the Volga–Urals and Peri-Caspian regions. *Proc. XVIII Int. Congr. on the Carboniferous and Permian*. Kazan, Kazan. Univ. Press, 2015, p. 211.
19. Kulagina E.I., Gibshman N.B. General zonal scale of the Lower Carboniferous of Russia based on foraminifers. *Byull. MOIP Otd. Geol.*, 2005, vol. 80, no. 5, pp. 33–59. (In Russian)
20. Kulagina E.I. Taxonomic diversity of foraminifers of the Devonian–Carboniferous boundary interval in the South Urals. *Bull. Geosci.*, 2013, vol. 88, no. 2, pp. 265–282. doi: 10.3140/bull.geosci.1347.
21. Jones G.L. Irish Carboniferous conodonts record maturation levels and the influence of tectonism, igneous activity and mineralization. *Terra Nova*, 1992, vol. 4, no. 4, pp. 238–244. doi: 10.1111/j.1365-3121.1992.tb00478.x.
22. Zhuravlev A.V. Estimation of Palaeozoic sediments thermal maturity of Northern Pay-Khoy parautochthone on the basis of conodont color alteration indices. *Litosfera*, 2017, no. 1, pp. 44–52. (In Russian)
23. Zhuravlev A.V. Sedimentation model of the transitional zone from the Elets to Lemva formation belts of the Cis-Polar in the Devonian–Carboniferous boundary interval. *Neftegazov. Geol. Teor. Prakt.*, 2012, vol. 7, no. 4. Available at: http://www.ngtp.ru/rub/2/59_2012.pdf. (In Russian)

Для цитирования: Журавлев А.В., Плотыцын А.Н., Вевель Я.А., Ерофеевский А.В. Пограничные отложения девона и карбона на Воркутинском поперечном поднятии (р. Большая Уса) // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2018. – Т. 160, кн. 3. – С. 467–483.

For citation: Zhuravlev A.V., Plotitsyn A.N., Vevel Y.A., Erofeevskiy A.V. Devonian-Carboniferous boundary beds in the Vorkuta transverse uplift (Bolshaya Usa River). *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2018, vol. 160, no. 3, pp. 467–483. (In Russian)