

УДК 551.73(234.82)

СРЕДНЕКАМЕННОУГОЛЬНАЯ ГРАНИЦА НА СЕВЕРЕ ПАЙ-ХОЯ – КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЛКОВОДНЫХ И ГЛУБОКОВОДНЫХ РАЗРЕЗОВ

А.В. Журавлев, Я.А. Вевель

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, 167000, Россия

Аннотация

В статье дана характеристика по конодонтам и фораминиферам пограничного нижне-среднекаменноугольного интервала в разрезах Пай-Хойского карбонатного паравтохтона (мелководные фации) и Карского сланцевого аллохтона (глубоководные фации) на северо-востоке Пай-Хоя. Собственно граница не охарактеризована фауной ни в мелководной, ни в глубоководной зоне. В разрезах карбонатного паравтохтона пограничный интервал фиксируется по последним находкам раннекаменноугольных фораминифер и конодонтов (*Gnathodus bollandensis*) и первым находкам *Declinognathodus noduliferus* в верхней части болванской свиты. В разрезах сланцевого аллохтона граница, вероятно, совпадает с подошвой карасиловской свиты, нижняя часть которой характеризуется конденсированным разрезом, а первые находки конодонтов отвечают уже верхней части сюранского подъяруса. Надежным маркером границы в разрезах может служить максимум трансгрессии.

Ключевые слова: стратиграфия, среднекаменноугольная граница, конодонты, фораминиферы, корреляция, Пай-Хой

Введение

Положение нижней границы башкирского яруса зафиксировано в разрезе Эрроу Каньон (шт. Невада, США) по первому появлению конодонтов *Declinognathodus noduliferus* решением Международного геологического конгресса в 1996 г. [1]. Эта граница совпадает с границей миссиссипской и пенсильванской подсистем каменноугольной системы, а с 1997 г. также и с подошвой нижнего и среднего отделов в Общей стратиграфической шкале [2]. Несовпадение границы, фиксируемой по вымиранию раннекаменноугольных фораминифер, и границы, проводимой по первому появлению конодонтов *Declinognathodus noduliferus* (Ellison et Graves), а также плохая изученность конодонтов этого стратиграфического интервала в Тимано-Североуральском регионе приводит к сложностям в прослеживании этого рубежа [3]. Дополнительную трудность создает отсутствие субавтохтонных комплексов фораминифер в глубоководных разрезах.

Цель настоящей статьи состоит в характеристике пограничного нижне-среднекаменноугольного интервала в разрезах Пай-Хойского карбонатного паравтохтона (мелководные фации) и Карского сланцевого аллохтона (глубоководные фации) на северо-востоке Пай-Хоя и выработке критериев прослеживания границы (рис. 1).

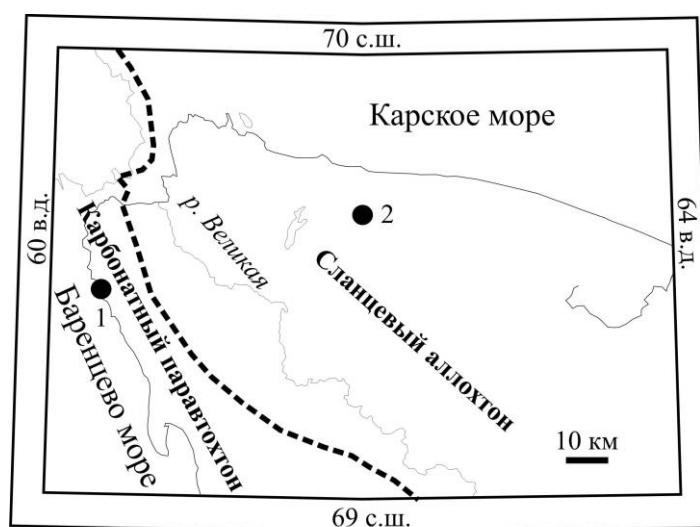


Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов: 1 – Разрезы на побережье Баренцева моря в районе м. Чайка и устья р. Лымбадьяха. 2 – Разрезы на р. Песчаная и в районе оз. Хардто

1. Материал и методы

В Пай-Хойском карбонатном паравтохтоне граница нижнего и среднего отделов каменноугольной системы проводится в верхней части болванской свиты [4, 5], а в Карском сланцевом аллохтоне – примерно в подошве карасиловской свиты [6, 7]. Пограничный интервал был изучен авторами в разрезах северо-востока Пай-Хоя (р. Песчаная, оз. Хардто, побережье Баренцева моря в районе м. Чайка и устья р. Лымбадьяха) (рис. 1, 2). При биостратиграфическом обосновании положения границы основное внимание было уделено конодонтам, а также привлекались опубликованные и новые данные по фораминиферам [4, 5]. Изображения некоторых форм коноднтов и фораминифер из пограничного интервала приведены на рис. 3.

1.1. Пай-Хойский карбонатный паравтохтон. В пределах паравтохтона изучены разрезы на побережье Баренцева моря в районе м. Чайка и южнее устья р. Лымбадьяха (рис. 1). Пограничный интервал представлен следующей последовательностью (приведено описание сводного разреза) (рис. 2).

Болванская свита (верхняя часть)

1. Нижнюю часть пачки (0.3 м) составляет известняк от серого до темно-серого, коричневатого, сильно глинистый мелкодетритовый с линзовидной пологой волнистой слоистостью, почеркнутой распределением глинистого материала. Выше залегают известняки от серых до светло-серых, мелкодетритовые с линзами среднего и грубого детрита, намечающими пологоволнисто-линзовиднослойчатую текстуру. Створки крупных брахиопод (*Productus concinnus* Sowerby) и одиночные ругозы формируют линзовидные скопления. В известняках отмечаются редкие горизонты кремнисто-карбонатных стяжений светло-серого цвета. В пачке отмечены серпуховские фораминиферы [4], а в нижней части коноднты позднего серпухова - *Gnathodus bollandensis* (Higgins et Bouckaert), *Lochriea* sp. Мощность 11.2 м.

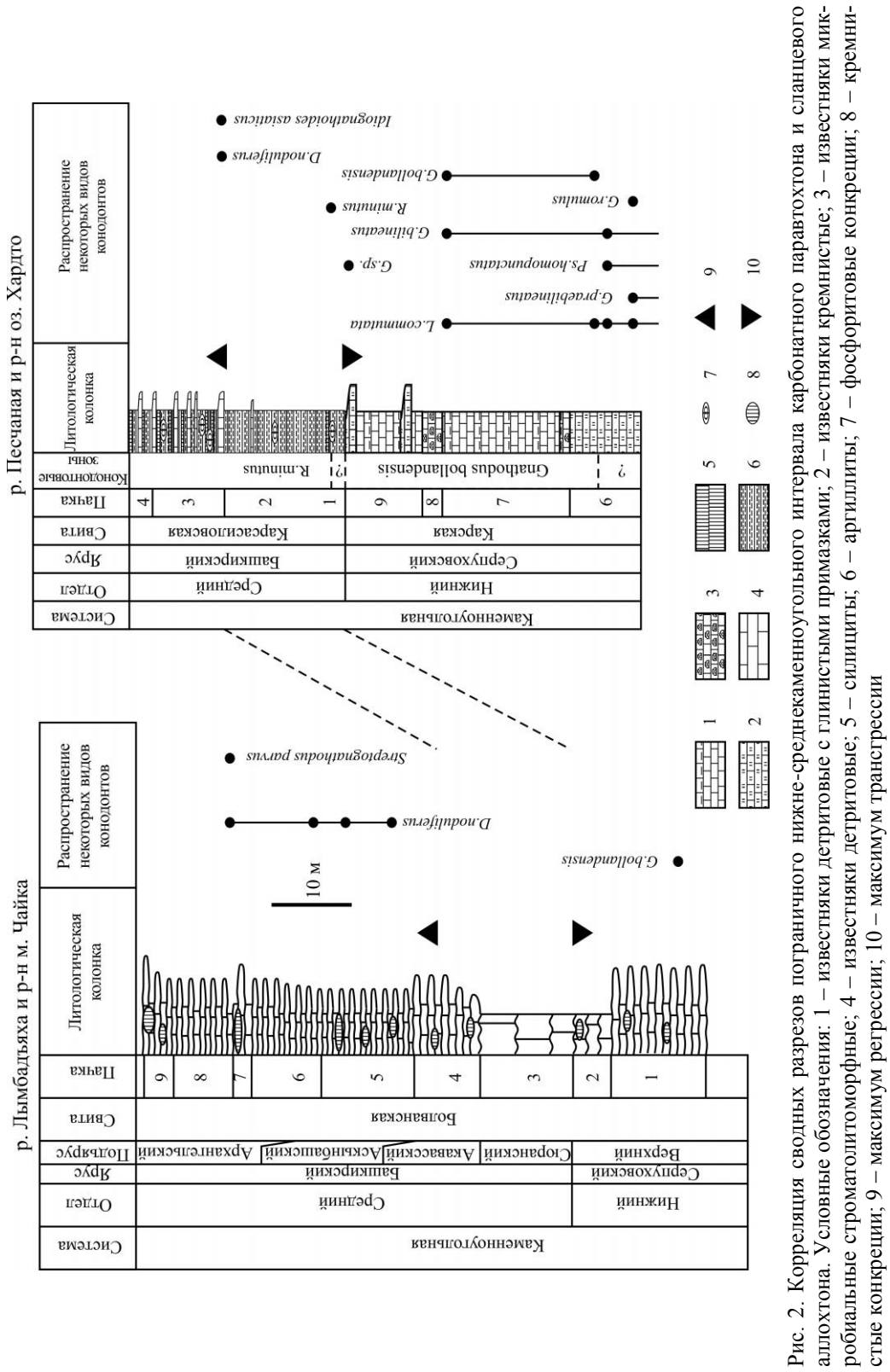


Рис. 2. Корреляция свободных разрезов пограничного нижне-среднекаменноугольного интервала карбонатного параавтохтона и сланцевого аллохтона. Условные обозначения: 1 – известняки детритовые с глинистыми примазками; 2 – известняки кремнистые; 3 – известняки микробиальные строматолитоморфные; 4 – известняки детритовые; 5 – силициты; 6 – аргиллиты; 7 – фосфоритовые конкреции; 8 – кремнистые конкреции; 9 – максимум регрессии; 10 – максимум трансгрессии

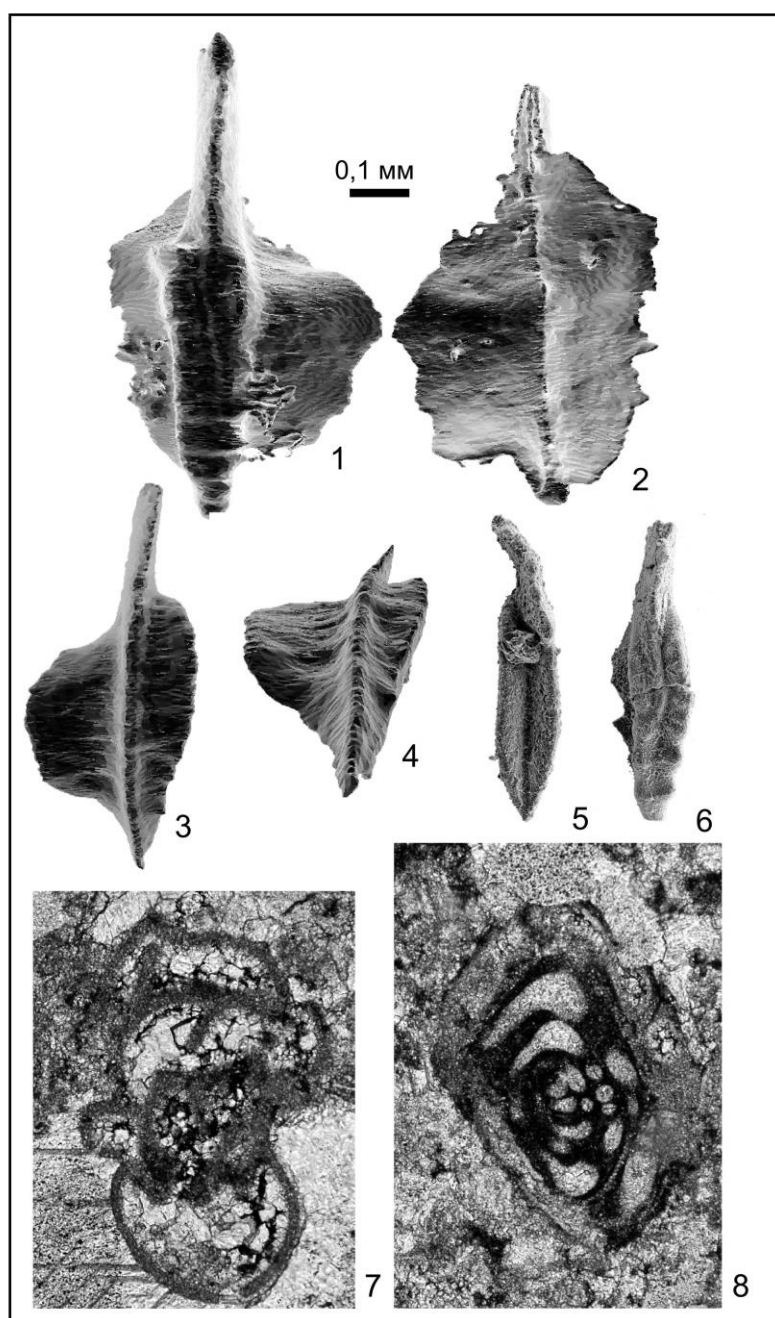


Рис. 3. Изображения некоторых форм конодонтов и фораминифер: 1, 2 – *Declinognathodus noduliferus* (Ellison et Graves), обр. 2037/41, пачка 3, карасиловская свита, средний карбон, башкирский ярус; 3, 4 – *Gnathodus bollandensis* (Higgins et Bouckaert), обр. 2037/37, пачка 8, карская свита, нижний карбон, серпуховский ярус; 5 – *Adetognathus gigantus* (Gunnell), обр. 2700/58, пачка 5, болванская свита, средний карбон, башкирский ярус; 6 – *Declinognathodus noduliferus* (Ellison et Graves), обр. 2700/58, пачка 5, болванская свита, средний карбон, башкирский ярус; 7 – *Endothyra* sp., обр. 2700/53, пачка 2, болванская свита, нижний карбон, серпуховский ярус; 8 – *Parastaffella* cf. *angulata* Rauser, обр. 2700/53, пачка 2, болванская свита, нижний карбон, серпуховский ярус

2. Известняки от серых до темно-серых, коричневатые, неравномерно кремнистые, тонкодетритовые, неотчетливо волнистослойчатые. Для пачки характерно рассеянно-линзовидное и гнездовидное распределение раковин и створок брахиопод, члеников криноидей. Отмечаются отдельные прослои с многочисленными раковинами и створками брахиопод, ориентированными по напластованию. В верхней части пачки известняки содержат редкие кремнистые стяжения темно-серого цвета размером 5–20 см. В пачке встречены раннекаменноугольные фораминиферы плохой сохранности: *Parastaffella* cf. *angulata* Rauser, *Endothyra* sp. Мощность пачки 4.5 м.

3. Пачка, образованная известняками кремнистыми, от серых до темно-серых, тонкодетритовыми с рассеянным мелким детритом. Для отложений характерно линзовидно-рассеянное распределение одиночных ругоз, раковин брахиопод в близком к прижизненному положению, массивных колоний ругоз. Текстура известняков неотчетливо пологоволнистая, до массивной. Мощность пачки 11.6 м.

4. Нижнюю часть пачки слагают известняки светло-серые, кремнистые, мелкодетритовые, с рассеянно-линзовидным распределением среднего до грубого детрита (членики криноидей). Присутствуют плохо оформленные кремнистые стяжения до 0.2–0.3 м в поперечнике. Из органических остатков встречены мелкие брахиоподы в близком к прижизненному положению и гастроподы (*Bellerophonitida*). Верхнюю часть пачки образуют известняки от серых до темно-серых, кремнистые, тонко-мелкодетритовые, с рассеянным распределением среднего и крупного детрита (преимущественно членики криноидей). Присутствуют также створки брахиопод, раковины гастропод. Пологоволнистая текстура в известняках подчеркнута распределением кремнистости. Кремнисто-карбонатные стяжения темно-серого цвета 5–10 см в поперечнике формируют отдельные горизонты. В отложениях отмечены фораминиферы *Eostaffella pseudostruvei angusta* Kir., *Plectostaffella jakhensis* Rietl., *Pseudostaffella antiqua* (Dutk.) нижней части акавасского подъяруса (по [4]). Мощность пачки 8.2 м.

5. Известняки от серых до темно-серых, кремнистые, тонкодетритовые, волнистослойчатые, содержащие линзы мелкого детрита (0.1–0.2 м по мощности) и скопления створок брахиопод, ориентированных по напластованию. Вверх по разрезу распределение мелкого детрита становится гнездовидным. В верхней части пачки отмечается неотчетливая субпараллельная слойчатость (намечена тонкой плитчатостью). В известняках присутствуют кремнистые конкреции (0.1–0.5 м в поперечнике) и конкреционные плиты до 0.2 м по мощности. В отложениях встречены фораминиферы аскынбашского подъяруса (по [4]) и конодонты *Adetognathus gigantus* (Gunnell), *Declinognathodus noduliferus* (Ellison et Graves). Мощность пачки 10.5 м.

6. Известняки темно-серые, кремнистые, мелко-тонкодетритовые, пологоволнистослойчатые до волнисто-линзовиднослойчатых за счет линз с неотчетливыми границами, обогащенных мелким и средним детритом и мелкими раковинами и створками брахиопод, члениками криноидей. Мощность линз и размер детрита в них возрастают вверх по разрезу. В пачке встречены башкирские конодонты *Declinognathodus noduliferus* (Ellison et Graves), а также фораминиферы аскынбашского (в нижней части пачки) и архангельского подъярусов (по [4]). Мощность пачки 4.5 м. Кровля волнистая, резкая.

7. Пачка, сложенная близким к равномерному волнисто-линзовидным чередованием (масштаб 10–15 см) с резкими границами, известняка кремнистого, темно-серого, тонко-мелкодетритового с рассеянным средним детритом, волнистослойчатого и известняка кремнистого, темно-серого, средне-крупнодетритового с рассеянным грубым детритом, волнистослойчатого. В чередовании подошвы грубых прослоев более резкие, чем кровли. Известняки преимущественно криноидные, в незначительном количестве присутствуют раковины брахиопод и гастропод. Вверх по разрезу размер детрита несколько снижается, а границы чередования становятся менее отчетливыми. В прикровельной части пачки наблюдаются конкреционные плиты (до 0.7–0.8 м по мощности) и крупные конкреции кремнисто-карбонатного состава. В отложениях встречены фораминиферы архангельского подъяруса (по [4]). Мощность пачки 2.3 м.

8. Пачка известняков кремнистых, серых, коричневатых, тонко-мелкодетритовых, неотчетливо волнисто-линзовиднослойчатых, с прослоями с нерезкими границами известняка серого, мелкодетритового, местами оолитового, с многочисленными одиночными ругозами, ветвистыми колониальными кораллами в близком к прижизненному положении (в нижней части пачки), единичными брахиоподами, многочисленными члениками криноидей. В пачке найдены позднебашкирские (архангельский век) конодонты *Declinognathodus noduliferus* (Ellison et Graves), *Streptognathodus parvus* Dunn и фораминиферы архангельского подъяруса (по [4]). Мощность 7.3 м.

9. Пачка, сформированная равномерным волнисто-линзовидным чередованием с резкими границами известняков кремнистых темно-серых, тонко-мелкодетритовых, волнистослойчатых, и известняков кремнистых, от темно-серых до серых, от мелкодетритовых в нижней части пачки до крупно-среднедетритовых с грубым детритом, формирующих линзы в верхней части пачки. В отложениях отмечены крупные кремнистые стяжения и колониальные ругозы, а также фораминиферы архангельского подъяруса (по [4]). Мощность пачки 3.7 м.

При анализе разреза волнисто-линзовидные чередования детритовых известняков интерпретируются как отложения динамичного мелководья, а тонкодетритовые известняки с рассеянным мелким детритом – как более глубоководные образования, отлагавшиеся ниже базы воздействия волн. Исходя из этой интерпретации, пачки 2 и 3, а также верхняя часть пачки 5 отвечают периодам максимального углубления бассейна.

1.2. Карский сланцевый аллохтон. Пограничные ниже-среднекаменноугольные отложения изучены в разрезах на р. Песчаная (устье р. Пэтарка) и в районе оз. Хардто (рис. 1). Геологическая характеристика района и детальное описание разрезов были приведены ранее [8].

Пограничный интервал представлен следующей слоевой последовательностью (рис. 2):

Карская свита (верхняя часть, нумерация пачек и описание по [8], начиная с пачки 6)

6. Строматолитоморфные известняки, переходящие вверх по разрезу в пелитоморфно-тонкодетритовые, кремнистые, с кремнистыми стяжениями и поясами. По конодонтам нижняя часть пачки соответствуют нижнесерпуховскому

подъярису (комплексы конодонтов с *Lochriea commutata* (Branson et Mehl), *Pseudognathodus homopunctatus* (Ziegler), *Gnathodus* cf. *bilineatus* (Roundy)), верхи пачки отвечают верхнесерпуховскому подъярису на основании находок конодонтов *Gnathodus bollandensis* (Higgins et Bouckaert), *Gnathodus girtyi collinsoni* Rhodes, Austin et Druce, *Lochriea commutata* (Branson et Mehl). Мощность пачки 10–12 м.

7. Строматолитоморфные известняки, часто окварцованные, мраморизованные, переходящие вверх по разрезу в известняки тонкодетритовые, с гнездами мелкого детрита, серые до темно-серых, волнистослойчатые до комковатых, с углеродисто-глинистыми примазками. Мощность пачки до 14–16 м.

8. Строматолитоморфные известняки, часто окварцованные, мраморизованные. Строматолитоморфные корки формируют общую линзовидно-крупнобугристую текстуру слоя, которая становится более пологой и прерывистой у кровли. Мощность пачки 2–3 м.

9. Известняки глинистые тонкодетритовые с градационными известняковыми циклитами (от мелкодетритового в нижней части до тонко-мелкодетритового в верхней части циклита), интерпретируемые как дистальные турбидиты. В пачке известна лишь единичная находка раннекаменноугольных конодонтов плохой сохранности *Gnathodus* sp. Мощность пачки около 7–8 м.

Карасиловская свита (нижняя часть)

1. Аргиллиты серые, субпараллельнослойчатые, с редкими маломощными (10–15 см) прослоями доломита кремнистого, известковистого. В аргиллитах встречаются крайне редкие линзовидные фосфорит-кремнисто-глинистые конкреции. В 1.5 м от подошвы пачки обнаружены раннебашкирские конодонты *Rhachistognathus minutus* (Higgins et Bouckaert). Мощность 2.5 м.

Не обнажено около 10 м мощности. В элювиальных развалах наблюдаются аргиллиты углеродисто-кремнистые черные.

2. Аргиллиты углеродисто-кремнистые, черные, прослоями (до 5 см) слабо известковистые, параллельнослойчатые с рассеянной вкрапленностью сульфидов. В аргиллитах отмечены редкие округлые фосфорит-кремнисто-глинистые конкреции (2–3 см в поперечнике). Известковистость отложений возрастает вверх по слою. В 2 м от подошвы залегает прослой (2 см) известняка пелитоморфного, темно-серого, неотчетливо субпараллельнослойчатого с неотчетливо градационным распределением тонкого детрита. Мощность 2.8 м.

3. Тонкое (1–2 см) субпараллельное чередование с резкими границами силицитов глинистых (с радиоляриями 3–7% и спикулами губок), черных (преобладают) и аргиллитов углеродисто-кремнистых. В пачке отмечаются многочисленные фосфорит-кремнисто-глинистые шарообразные конкреции (2–5 см в поперечнике). Характерно также присутствие градационных карбонатных циклитов (0.2–0.6 м по мощности), состоящих из известняка кремнистого от тонко-мелкодетритового волнистослойчатого серого до пелитоморфного субпараллельно-слойчатого темно-серого. В нижней части пачки, в карбонатном градационном циклите обнаружены конодонты *Idiognathoides asiaticus* Nigmatzhanov et Nemirovskaya, *Declinognathodus noduliferus* (Ellison et Graves), переотложенные *Gnathodus bollandensis* (Higgins et Bouckaert). Мощность пачки 9 м.

4. Тонкое (первые сантиметры) чередование аргиллитов углеродисто-кремнистых, черных (слабо преобладают), и силицитов глинистых (местами спонголитов), слабо известковистых, черных. Характерна субпараллельная текстура. С интервалом примерно 1 м встречаются градационные карбонатные прослои: от мелкодетритового известняка волнистослойчатого, темно-серого, кремнистого, до пелитоморфного известняка, темно серого, кремнистого, субпараллельнослойчатого. В мелкодетритовых разностях известняка - остатки раннекаменноугольных водорослей, фораминифер, членики криноидей. Мощность пачки 3 м.

При анализе разреза кремнистые аргиллиты с фосфатными стяжениями и силициты рассматриваются как результат фоновой пелагической седиментации, а карбонатные градационные циклиты, содержащие остатки мелководного бентоса, - как отложения мутьевых потоков [8]. Первые соответствуют периодам трансгрессий, а вторые - регрессий.

2. Результаты и их обсуждение

В пределах карбонатного паравтохтона в разрезах болванской свиты биостратиграфически удалось обосновать пограничный серпуховско-башкирский интервал (рис. 2). Его нижняя граница отвечает последним находкам позднесерпуховских конодонтов (*Gnathodus bollandensis*) и фораминифер (*Parastaffella* cf. *angulata* Rauser) в пачках 1 и 2, а верхняя - первым находкам башкирских форм (конодонты *Declinognathodus noduliferus* и фораминиферы акавасского подъяруса) в пачке 4 и нижней части пачки 5. Пограничный интервал охватывает детритовые карбонаты около 20 м по мощности (3-я и 4-я пачки) и не охарактеризован микрофауной. В нижней части этого интервала (верхи пачки 2 и низы пачки 3) отмечаются следы максимума трансгрессии, а в пачке 4 - максимума регрессии

В пределах сланцевого аллохтона самые древние среднекаменноугольные конодонты, найденные в нижней части карасиловской свиты (*Rhachistognathus minutus* в 1.5 м от подошвы свиты), характеризуют позднюю часть сюранского века. Самые молодые конодонты, найденные в карской свите (*Gnathodus* sp. в прикровельной части и *Lochriea commutata* в 10 м от кровли), отвечают раннему карбону (рис. 2). Таким образом, нижние 1.5 м карасиловской свиты соответствуют значительной части сюранского подъяруса, или конодонтовой зоне *Declinognathodus noduliferus* (отмечена на рис. 2 знаком вопроса). Столь незначительная мощность нижней части сюранского подъяруса в глубоководных фациях может быть объяснена крайней конденсированностью разреза в сочетании с поверхностью ненакопления на границе карской и карасиловской свит. Поверхность ненакопления может отвечать максимуму трансгрессии на рубеже раннего и среднего карбона [9]. Последующая регрессия, маркированная в карасиловской свите появлением относительно мощных прослоев карбонатных турбидитов (пачка 3), датируется по конодонтам *Idiognathoides asiaticus* Nigmadzhanov et Nemirovskaya, *Declinognathodus noduliferus* (Ellison et Graves) концом сюранского - акавасским веками.

Исходя из биостратиграфических данных и следов трансгрессий и регрессий, пачки 2-4 описанной части болванской свиты можно сопоставить с нижними тремя пачками карасиловской свиты. Максимуму трансгрессии в верхней

части пачки 2 болванской свиты, вероятно, отвечает максимум трансгрессии в приподошвенной части карасиловской свиты (рис. 2). Этот максимум трансгрессии сопоставляется с границей нижнего и среднего отделов каменноугольной системы [9].

Заключение

Собственно граница нижнего и среднего карбона не охарактеризована конодонтами ни в мелководной, ни в глубоководной зоне. По биостратиграфическим данным опознается только пограничный интервал.

В разрезах карбонатного паравтохтона, отвечающих отмельным фациям [5], пограничный ниже-среднекаменноугольный интервал фиксируется по последним находкам раннекаменноугольных фораминифер и конодонтов (*Parastaffella cf. angulata*, *Gnathodus bollandensis*) и первым находкам *Declinognathodus noduliferus* в верхней части болванской свиты.

В глубоководных разрезах Карского сланцевого аллохтона граница нижнего и среднего карбона, вероятно, совпадает с подошвой карасиловской свиты. Нижняя часть башкирского яруса характеризуется конденсированным разрезом, и первые находки конодонтов в кремнистых аргиллитах (в 1.5 м от подошвы свиты) отвечают уже верхней части сюранского подъяруса.

Надежным маркером границы может служить максимум трансгрессии, следы которого отмечаются в глубоководных отложениях Карского сланцевого аллохтона в приподошвенной части карасиловской свиты, а в мелководных отложениях Пай-Хойского карбонатного паравтохтона в верхах болванской свиты.

Литература

1. Lane H.R., Brenckle P.L., Baesemann J.F., Richards B. The IUGS boundary in the middle of the Carboniferous: Arrow Canyon, Nevada, USA // Episodes. – 1999. – V. 22, No 4. – P. 272-283.
2. Постановления межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий / Ред. А.И. Жамойда. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1997. - № 29. – С. 15–17.
3. Николаев А.И., Журавлев А.В. Граница нижнего и среднего отделов каменноугольной системы Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2016. – Т. 11, № 2. – http://www.ngtp.ru/rub/2/15_2016.pdf. – doi: 10.17353/2070-5379/15_2016.
4. Степанов Д.Л., Султанаев А.А., Гроздилова Л.П., Дегтярев Д.Д., Кручинина О.Н., Латина Н.Н., Муромцева В.А., Николаев А.И., Попов А.В., Симакова М.А., Ткачева И.Д. Новое о среднем карбоне Юго-Западного Пай-Хоя // Вестн. Ленингр. гос. ун-та. – 1977. – № 24. – С. 25–32.
5. Журавлев А.В., Герасимова А.И., Вевель Я.А. Местная стратиграфическая схема верхнедевонско-среднекаменноугольного интервала севера Пай-Хойского карбонатного паравтохтона // Вестн. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. – 2015. – Т. 244, № 4. – С. 8–13.
6. Микляев А.С. Стратиграфия и перспективы рудоносности палеозойских отложений Лемвинской зоны юго-восточного Пай-Хоя // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Европейского Северо-Востока России: Тез. докл. XII Всерос. геол. конф. – Сыктывкар: Ин-т геологии Коми НЦ РАН, 1994. – Т. 1. – С. 170–173.

7. Шишкин М. А., Шкарубо С. И., Маркина Н. В., Молчанова Е. В., Ванштейн Б. Г., Зинченко А. Г., Зуйкова О. Н., Калаус С. В., Козлов С. А., Костин Д. А., Котляр Г. В., Парамонова М. С., Певзнер В. С., Попов М. Я., Пухонто С. К., Савенкова Г. Б., Солонина С. Ф., Чудакова Д. В., Шипилов Э. В., Яковлева Т. В. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Южно-Карская. Лист R-41 – Амдерма. Объяснительная записка. / Ред. Б. Г. Лопатин. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. – 383 с.
8. Журавлев А. В., Герасимова А. И. Строение разреза и конодонты карской свиты (нижний карбон) Амдерминского района северного Пай-Хоя // Вестн. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. – 2016. – Т. 253, № 1. – С. 3–10. – doi: 10.19110/2221-1381-2016-1-3-10.
9. Haq В. U., Schutter S. R. A chronology of Paleozoic sea level changes // Science. – 2008. – V. 322, No 5898. – P. 64–68. – doi: 10.1126/science.1161648.

Поступила в редакцию
20.12.16

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

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

Вевель Ядвига Альфредовна, младший научный сотрудник

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

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

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

2017, vol. 159, no. 1, pp. 152–163

The Middle Carboniferous Boundary in the North of Pay-Khoy – Correlation between the Shallow- and Deep-Water Sequences

A. V. Zhuravlev*, Ya. A. Vevel**

Geological Institute, Komi Scientific Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences,
Syktывkar, 167000 Russia

E-mail: * micropalaeontology@gmail.com, ** yadviga_vevel@mail.ru

Received December 20, 2016

Abstract

The paper considers the Lower-Middle Carboniferous boundary interval in the sections of the Pay-Khoy carbonate parautochthone (shallow-water facies) and the Kara slate allochthone (deep-water facies) with respect to the boundary tracing criteria. The boundary interval has been studied in the sections of the North-Eastern Pay-Khoy (Peschanaya River, Khardto Lake, Barents Sea shore near the Chaika Cape, and Lymbad'yakha River). The boundary recognition has been based on data for the conodonts and foraminifers. The boundary is not directly characterized by fauna in either deep- or shallow-water facies. The boundary interval has been recognized by the latest findings of the Early Carboniferous foraminifers and conodonts (*Parastaffella* cf. *angulata*, *Gnathodus bollandensis*), as well as the first findings

of *Declinognathodus noduliferus* in the upper part of the Bolvanskiy Formation of the carbonate parautochthone. The transgression maximum has been detected in the boundary interval. In the sections of the slate allochthone, the boundary may coincide with the base of the Karasilova Formation. The lower part of the formation is characterized by condensed sequence (transgression maximum), and the first findings of the Middle Carboniferous conodonts (*Rhachistognathus minutus*) correspond to the upper part of the Syuransk Substage. The transgression maximum is considered as the reliable boundary marker. The traces of the transgression maximum have been detected in the upper part of the Bolvanskiy Formation and in the base of the Karasilova Formation.

Keywords: stratigraphy, Middle Carboniferous boundary, conodonts, foraminifers, correlation, Pay-Khoy

Figure Captions

Fig. 1. Locality map of the study sections: 1 – sections located on the shore of Barents Sea in the vicinity of the Chaika Cape and Lymbad'yakha River mouth. 2 – sections located in the Peschanaya River basin and the Khardto Lake.

Fig. 2. Correlation of the composite sections of the Lower-Middle Carboniferous boundary beds of the carbonate parautochthone and slate allochthone. Legend: 1 – detritic limestones with clayey layers; 2 – cherty limestones; 3 – stromatolitic limestones; 4 – detritic limestones; 5 – silicites; 6 – argillites; 7 – phosphatic concretions; 8 – siliceous concretions; 9 – regression acme; 10 – transgression acme.

Fig. 3. Images of some conodonts and foraminifers: 1, 2 – *Declinognathodus noduliferus* (Ellison et Graves), sample 2037/41, bed 3, Karasilova Formation, Middle Carboniferous, Bashkirian Stage; 3, 4 – *Gnathodus bollandensis* (Higgins et Bouckaert, sample 2037/37, bed 8, Kara Formation, Lower Carboniferous, Serpukhovian Stage; 5 – *Adetognathus gigantus* (Gunnell), sample 2700/58, bed 5, Bolvanskiy Formation, Middle Carboniferous, Bashkirian Stage; 6 – *Declinognathodus noduliferus* (Ellison et Graves), sample 2700/58, bed 5, Bolvanskiy Formation, Middle Carboniferous, Bashkirian Stage; 7 – *Endothyra* sp., sample 2700/53, bed 2, Bolvanskiy Formation, Lower Carboniferous, Serpukhovian Stage; 8 – *Parastaffella* cf. *angulata* Rauser, sample 2700/53, bed 2, Bolvanskiy Formation, Lower Carboniferous, Serpukhovian Stage.

References

1. Lane H.R., Brenckle P.L., Baesemann J.F., and Richards B. The IUGS boundary in the middle of the Carboniferous: Arrow Canyon, Nevada, USA. *Episodes*, 1999, vol. 22, no. 4, pp. 272-283.
2. Resolutions of Interdepartmental Stratigraphic Committee and Its Commissions. Zhamoida A.I. (Ed.). St. Petersburg, Izd. VSEGEI, 1997, no. 29, pp. 15-17. (In Russian)
3. Nikolaev A.I., Zhuravlev A.V. Timan-Pechora province: Boundary between the lower and middle sections of the Carboniferous system. *Neftegazov. Geol. Teor. Prakt.*, 2016, vol. 11, no. 2. Available at: http://www.ngtp.ru/rub/2/15_2016.pdf. doi: 10.17353/2070-5379/15_2016. (In Russian)
4. Stepanov D.L., Sultanaev A.A., Grozdilova L.P., Degtyarev D.D., Kruchinina O.N., Lapina N.N., Muromtseva V.A., Nikolaev A.I., Popov A.V., Simakova M.A., Tkacheva I.D. New data on the Middle Carboniferous of the South-western Pay-Khoy. *Vestn. Leningr. Gos. Univ.*, 1977, no. 24, pp. 25-32. (In Russian)
5. Zhuravlev A.V., Gerasimova A.I., Vevel Ya.A. Local stratigraphical map of the Upper Devonian - Middle Carboniferous interval of the Northern Pay-Khoy carbonate parautochthone. *Vestn. Inst. Geol. Komi Nauchn. Tsentra Ural. Otd. Ross. Akad. Nauk*, 2015, vol. 244, no. 4, pp.8-13. (In Russian)
6. Miklyaev A.S. Stratigraphy and ore-bearing prospects of the Paleozoic deposits of the Lemva belt in the South-Eastern Pay-Khoy. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Evropeyskogo Severo-Vostoka Rossii. Tez. XII Vserossiyskoi geol. konf.* [Geology and Mineral Resources of the Russian European North-East. Proc. XII All-Russ. Geol. Conf.]. Vol. 1. Syktyvkar, Inst. Geol. Komi Nauchn. Tsentra Ross. Akad. Nauk, 1994, pp. 170-173. (In Russian)
7. Shishkin M.A., Shkarubo S.I., Markina N.V., Molchanova E.V., Vanshtein B.G., Zinchenko A.G., Zuikova O.N., Kalas S.V., Kozlov S.A., Kostin D.A., Kotlyar G.V., Paramonova M.S., Pevzner V.S., Popov M.Ya., Pukhonto S.K., Savenkova G.B., Solonina S.F., Chudakova D.V., Shipilov E.V., Yakovleva T.V. State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1 000 000 (Third Generation).

- South Kara Series. Map Sheet R-41 – Amderma, Descriptive Note. Lopatin B.G. (Ed.). St. Petersburg, Kartogr. Fabrika VSEGEI, 2012. 383 p. (In Russian)
8. Zhuravlev A.V., Gerasimova A.I. Sequence composition and conodonts of the Kara formation (Lower Carboniferous) of the Amderma district of the Northern Pay-Khoy. *Vestn. Inst. Geol. Komi Nauchn. Tsentra Ural. Otd. Ross. Akad. Nauk*, 2016, vol. 253, no. 1, pp. 3-10. doi: 10.19110/2221-1381-2016-1-3-10. (In Russian)
 9. Haq B.U., Schutter S.R. A chronology of Paleozoic sea level changes. *Science*, 2008, vol. 322, no. 5898, pp. 64–68. doi:10.1126/science.1161648.

⟨ **Для цитирования:** Журавлев А.В., Вевель Я.А. Среднекаменноугольная граница на севере Пай-Хоя – корреляция мелководных и глубоководных разрезов // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2017. – Т. 159, кн. 1. – С. 152–163. ⟩

⟨ **For citation:** Zhuravlev A.V., Vevel Ya.A. The Middle Carboniferous boundary in the north of Pay-Khoy – correlation between the shallow- and deep-water sequences. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2017, vol. 159, no. 1, pp. 152–163. (In Russian) ⟩