

УДК 552.14:551.734.5/.735.1(470.13)

Журавлев А.В.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (ФГУП «ВНИГРИ»), Санкт-Петербург, Россия, micropalaeontology@gmail.com

СЕДИМЕНТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЕЛЕЦКОЙ И ЛЕМВИНСКОЙ ФОРМАЦИОННЫХ ЗОН ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА В ПОГРАНИЧНОМ ДЕВОНСКО-КАМЕННОУГОЛЬНОМ ИНТЕРВАЛЕ

Отмельно-биогермные отложения зоны сочленения Елецкой и Лемвинской формационных зон Приполярного Урала в последнее время рассматриваются как перспективный объект для поисков нефти и газа. Изучение разрезов в бассейне рек Кожым и Лемва позволило реконструировать условия осадконакопления в отмельной области для пограничного девонско-каменноугольного интервала. Установлено существование в раннем турне области размыва с глубиной эрозии до среднего фамена. Традиционно в верхнем девоне - нижнем карбоне в качестве перспективных природных резервуаров рассматриваются органогенные постройки. Изучение распределения фильтрационно-емкостных свойств в породах рассматриваемого комплекса позволило предположить, что перспективные природные резервуары могли формироваться во фронтальных и тыловых обломочных шлейфах отмели. Породы, отлагавшиеся на самих отмелях и в области развития биогермов, характеризуются низкими значениями пористости и менее перспективны.

Ключевые слова: условия осадконакопления, отмельная зона, обломочные шлейфы, фильтрационно-емкостные свойства, Приполярный Урал, верхний девон, нижний карбон.

Зона сочленения шельфовой Елецкой и глубоководно-склоновой Лемвинской формационных зон Приполярного Урала привлекает внимание исследователей еще со времен Войновского-Кригера [Войновский-Кригер, 1945]. В последние десятилетия установлено присутствие в этом районе, как и на Пай-Хое, обширной отмельной области на краю шельфа [Шишкин, 2003]. В позднем девоне и раннем карбоне с этой областью связано развитие органогенных построек (наиболее хорошо изученные – «Риф Олыся» [Елисеев, 1971; Соболев и др., 2000; Skompski et al., 2001; Zhuravlev, 2002; Коновалова, Соболев, 2005]), которые рассматриваются как перспективный объект для поисков нефти и газа в районе Лемвинского поперечного опускания [Иванов и др., 2010]. Проведенное в этом районе разведочное бурение позволило уточнить пространственное и стратиграфическое распространение биогермно-отмельного комплекса. Так, в поднадвиговой зоне скважиной Юньяхинская-1 вскрыты микробиально-водорослевые органогенные постройки позднего девона (фамена) и раннего карбона (позднего визе – серпухова), разделенные поверхностью размыва [Жукова, 2010; Иванов и др., 2010]. При относительно хорошей изученности самих

органогенных построек [Skompski et al., 2001; Иванов и др., 2010] этап прекращения их формирования на рубеже девона и карбона обычно выпадает из поля зрения исследователей. Этому есть объективные причины – глубокие размывы мелководных отложений на границе девона и карбона и в конце турнейского века (региональные максимумы регрессий – см. рис. 1) привели к отсутствию верхнефаменско-турнейских отложений на большой территории. Поэтому восстановление условий осадконакопления в это время в отмельной области прямыми методами невозможно.

Данная работа представляет собой попытку создания седиментационной модели отмельного комплекса на основе изучения прилегающих относительно глубоководных разрезов и анализа стратиграфического объема размыва в пограничном девонско-каменноугольном интервале по переотложенным комплексам конодонтов.

Материалом для исследований послужили результаты детального изучения разрезов на реках Лемва, Большая Надота, Кожым и руч. Константинов (рис. 2). Детальные биостратиграфические данные по этим разрезам были опубликованы ранее [Sobolev et al., 2000; Груздев и др., 2009; Журавлев, 2003, 2010].

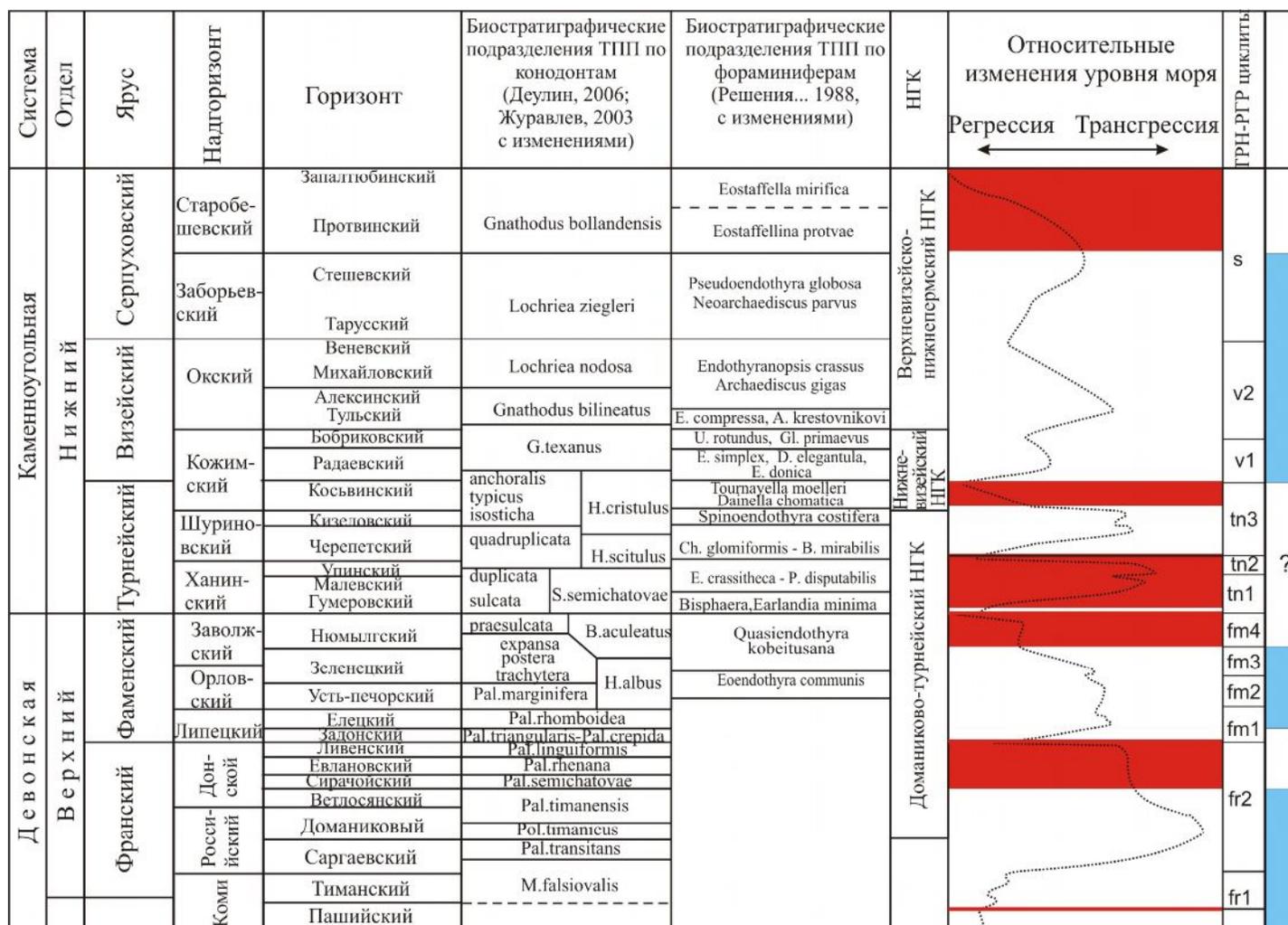
В разрезах на р. Кожым и руч. Константинов [Журавлев, 2003; 2012] верхний фамен – среднее турне представлены толщей кремнисто-глинисто-карбонатных градационных циклитов с текстурно-структурными признаками цикла Боума. Эти отложения интерпретируются как турбидиты с наиболее вероятным источником карбонатного материала в отмельной зоне края шельфа. Последнее предположение подтверждается реконструкциями направлений турбидитных потоков на основе изучения анизотропии магнитной восприимчивости – большая часть потоков в среднефаменско-турнейское время было направлено с юго-востока на северо-запад¹.

Ниже приводится характеристика пограничного интервала разреза на р. Кожым (т.н. 1215, N 65° 41' 09.5" E 59° 46' 03") (рис. 3).

Девонская система, верхний отдел, фаменский ярус, верхний подъярус

Сл. 1. Силицит черный, пятнами слабо известковистый, неотчетливо субпараллельнослойчатый. Текстура обусловлена распределением тонкого детрита (радиолярии, конодонтовые элементы, выщелаченный известковый детрит). Вверх по слою известковистость несколько повышается, текстура становится отчетливее за счет распределения карбоната и кремнезема (до слабо выраженной желваковидной).

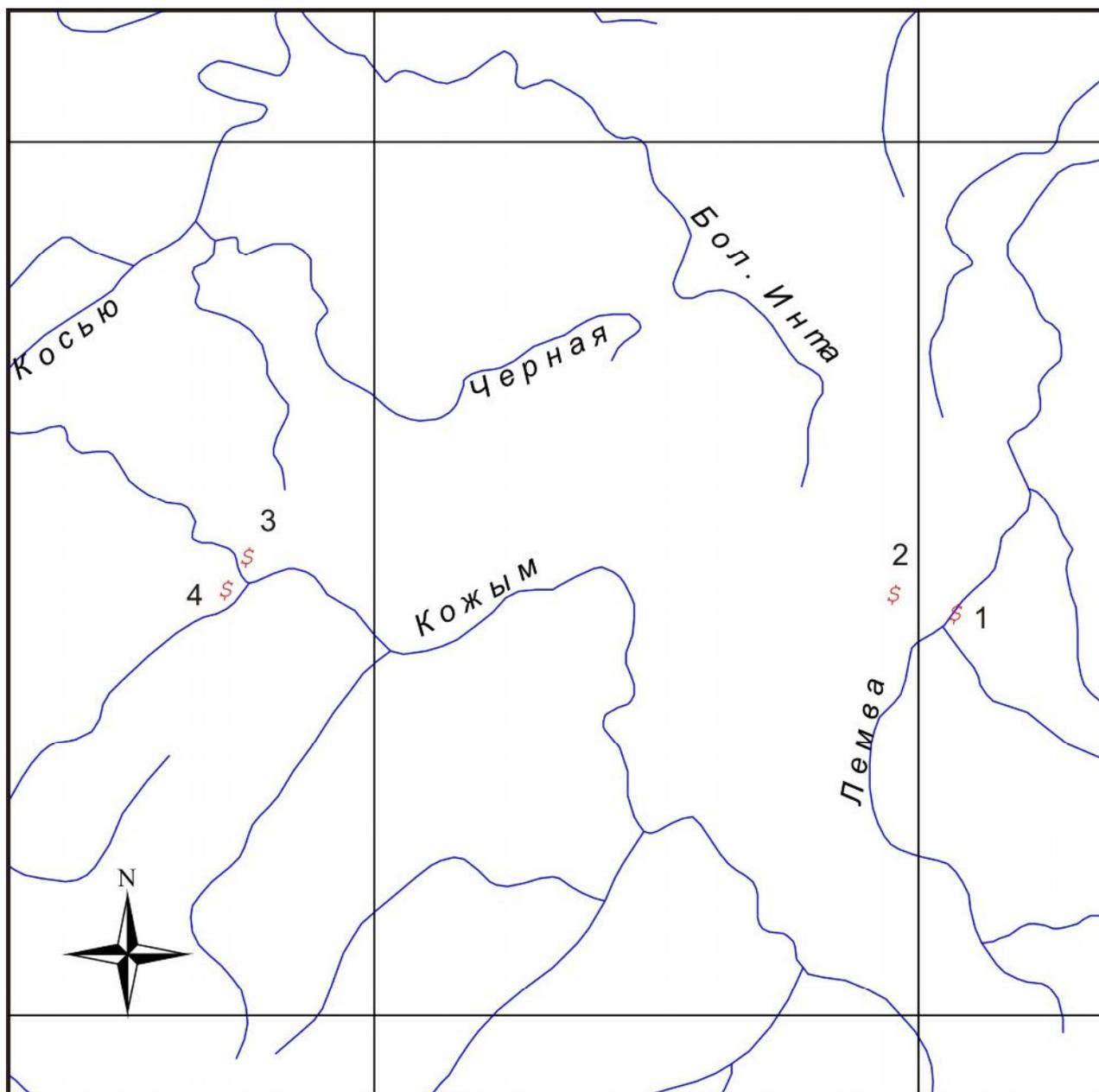
¹ См. статью Попов В.В., Журавлев А.В. Использование анизотропии различных магнитных параметров для определения направления сноса материала при изучении турбидитных потоков // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. - Т.7. - №1. - http://www.ngtp.ru/rub/2/11_2012.pdf



1 2

Рис. 1. Схема биостратиграфического и циклостратиграфического расчленения верхнего девона-нижнего карбона Тимано-Печорской провинции и Приполярного Урала

1 - интервалы развития отмелей края шельфа на Приполярном Урале; 2 - интервалы региональных перерывов.



20 0 20 40 60 80 100 км



Рис. 2. Схема расположения изученных разрезов

1 - Лемва; 2 - Большая Надота; 3 - Кожым; 4 - Константинов.

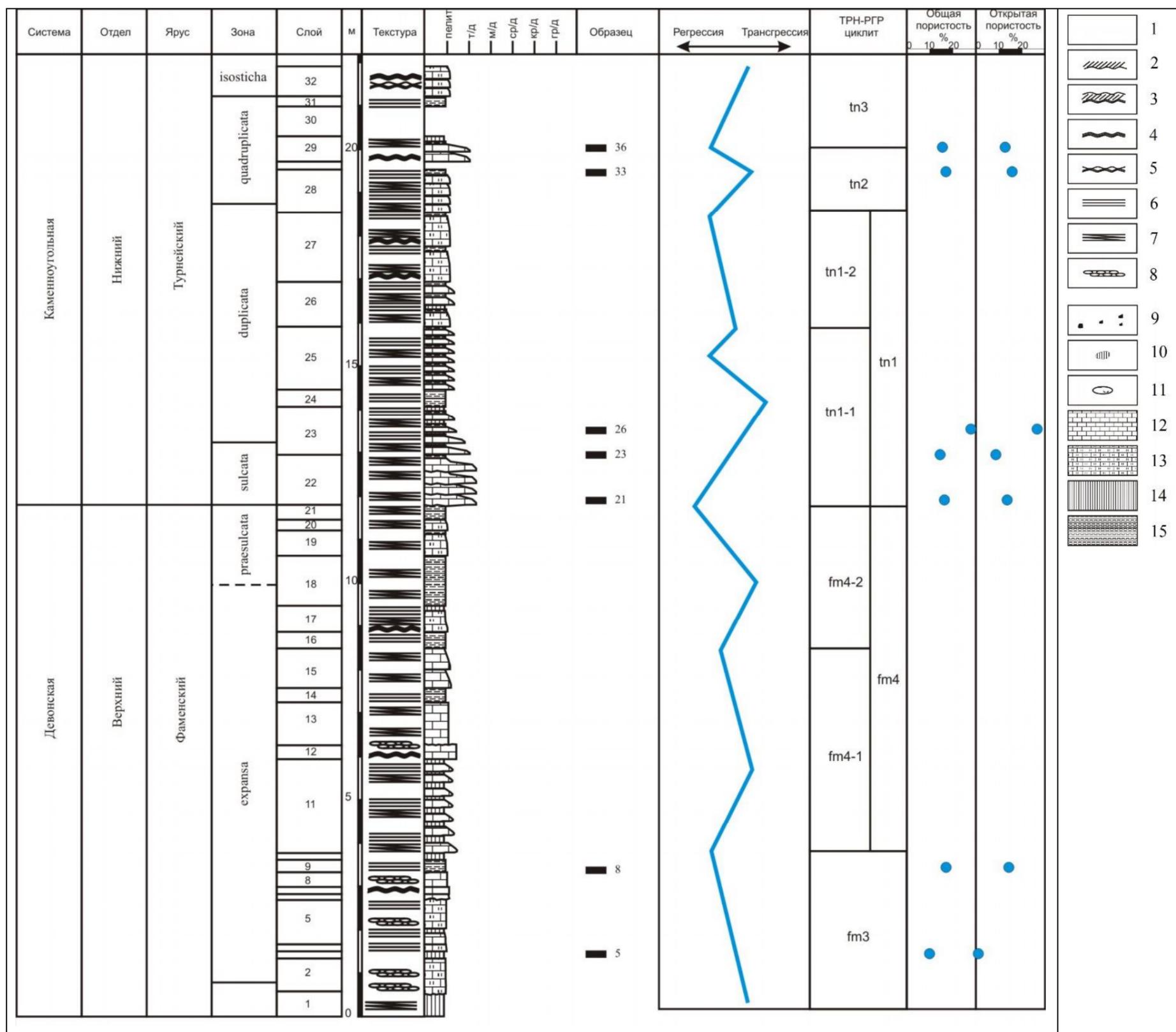


Рис. 3. Литологическая колонка разреза на р. Кожым

1-8 – текстура: 1 – массивная, 2 – косослойчатая, 3 – волнисто-косослойчатая, 4 – волнистослойчатая, 5 – волнисто-линзовидная, 6 – параллельнослойчатая, 7 – субпараллельнослойчатая, 8 – нодулярная; 9-15 – состав: 9 – литокласты, 10 – кремнистые стяжения, 11 – гнезда детрита, 12 – известняк детритовый, 13 – известняк кремнистый, 14 – силицит, 15 – аргиллит.

Силицит становится темно-серым, слойками до светло-серого. Присутствуют рассеянные сульфиды. Видимая мощность 0,5 м. Кровля пологобугристая.

Сл. 2. Известняки кремнистые, серые, пелитоморфные, с рассеянным тонким детритом. Текстура нодулярная, подчеркнута распределением кремнезема, местами с реликтами субпараллельной слойчатости. Более кремнистые разности (до силицита) образует линзы черного цвета. Присутствуют рассеянные сульфиды. Мощность 0,8 м. Кровля бугристая.

Сл. 3. Силицит черный, известковый в верхней части, с рассеянным тонким детритом (радиолярии, конодонты), массивный. Рассеянные сульфиды. Мощность 0,15 м. Кровля пологоволнистая.

Сл. 4. Известняк сильно кремнистый, темно-серый, пелитоморфный, с неотчетливой параллельной текстурой. В верхней части слоя распределение кремнезема пятнистое. Мощность 0,2 м. Кровля пологобугристая.

Слой 5. Известняк кремнистый, серый до темно серого, пелитоморфный, с рассеянным неясным детритом, нодулярной текстурой, обусловленной распределением кремнезема. Кремнистые стяжения серого до светло-серого цвета образуют местами линзовидные пояски с полосчатой текстурой. Вверх по слою кремнистость повышается. В 0,35 м от подошвы слоя – прослой (10 см) силицита глинистого, черного, с радиоляриями, неотчетливо параллельнослойчатого. Присутствует рассеянная вкрапленность сульфидов. Мощность 0,95 м. Кровля волнистая.

Слой 6. Известняк кремнистый, темно серый, пелитоморфный, в нижней части слоя с рассеянным тонким детритом, массивный. По всему слою отмечается рассеянная вкрапленность сульфидов. Мощность 0,1 м. Кровля волнистая.

Слой 7. Известняк кремнистый, серый, пелитоморфный, с рассеянным тонким детритом и редким рассеянным мелким-средним детритом, неотчетливо пологоволнистослойчатый. Кремнистость намечает слабо проявленную нодулярность. По всему слою отмечается рассеянная вкрапленность сульфидов. Мощность 0,15 м. Кровля пологобугристая.

Слой 8. Известняк кремнистый с радиоляриями, глинистый, серый до темно-серого, тонкодетритово-пелитоморфный, с реликтами параллельной текстуры, подчеркнутой распределением тонкого детрита и углисто-глинистого материала. Преобладает нодулярная текстура, образованная распределением кремнезема. Мощность 0,35 м. Кровля пологоволнистая.

Сл. 9. Аргиллит известково-кремнистый, углистый, черный, параллельнослоистый, с рассеянными сульфидами, которые образуют мелкие линзовидные скопления. Вверх по слою снижается карбонатность и повышается кремнистость. Наблюдаются редкие линзовидные скопления тонкостворчатых раковин брахиопод. Мощность 0,3 м. Верхний контакт с постепенным переходом.

Сл. 10. Силицит с радиоляриями, слабо глинистый, черный, массивный. Выделения сульфидов до 1 см в поперечнике. Мощность 0,15-0,2 м. Кровля пологоволнистая.

Слои 1-10 по особенностям состава (высокая кремнистость, обилие радиолярий и сульфидов) и текстурно-структурным признакам (массивная, нодулярная, пологоволнистая и субпараллельная текстуры, пелитоморфная структура) могут быть отнесены к пелагическим фоновым отложениям, сформировавшимся в глубоководной области за счет оседания планктогенного кремнезема и тонкой глинистой и карбонатной взвеси.

Сл. 11. Циклически построенная пачка. Элементарный циклит состоит из трех элементов (снизу вверх):

- известняк слабо глинистый, серый до темно-серого, тонкодетритово-пелитоморфный, субпараллельнослоистый, иногда с нодулярной текстурой. Подошва пологоволнистая. Верхний контакт с постепенным переходом.

- аргиллит кремнистый, известковистый, темно-серый до черного, параллельнослоистый. Кремнистость возрастает снизу вверх.

- силицит известково-глинистый, черный, параллельнослоистый до массивного.

Во всех элементах циклита – рассеянная вкрапленность сульфидов.

Мощности элементов циклитов (снизу вверх по разрезу): 0,25/0,15/0,01 м; 0,35/0,1/0 м; 0,08/0,02/0 м; 0,2/0,15/0 м; 0,2/0,05/0 м; 0,25/0,05/0,05 м.

Мощность пачки 2,15 м. Кровля бугристая.

Сл. 12. Известняк кремнистый, темно-серый, тонкодетритово-пелитоморфный, с рассеянным мелким детритом (остракоды?), реликтами пологоволнистой слоистости, подчеркнутой глинистыми примазками. Текстура нодулярная. Отмечены крупные (до 2 см) выделения сульфидов. Мощность 0,3 м. Кровля бугристая.

Сл. 13. Известняк глинисто-кремнистый, темно-серый, пелитоморфный, с рассеянным тонким детритом, с регулярными (через 5-15 см) кремнисто-глинистыми примазками темно-серого цвета, намечающими субпараллельную текстуру. Глинистость возрастает вверх по слою. Отмечается нодулярная текстура, рассеянная вкрапленность сульфидов. Мощность 1 м. Верхний контакт с переходом через чередование.

Сл. 14. Аргиллит углисто-кремнистый, черный, параллельнослойчатый, с конкреционными прослоями (1-3 см) карбоната кремнисто-глинистого. Минимальное количество карбонатных конкреционных прослоев - в средней части слоя. Отмечается рассеянная вкрапленность сульфидов. Мощность 0,3-0,4 м. Кровля с постепенным переходом.

Сл. 15. Известняк глинисто-кремнистый, серый до темно-серого, пелитоморфный, с рассеянным тонким детритом. Образует два циклита с увеличением кремнистости и глинистости (в верхней части циклита до аргиллита кремнистого и глинистого силицита) и резкой пологоволнистой подошвой. Текстура субпараллельная. Мощность 0,8 м. В кремнисто-глинистых разностях отмечены тонкостворчатые раковины брахиопод и аммоноидей (*Kallosclymenia* sp.). Выделения сульфидов до 2 см в поперечнике. Кровля волнистая.

Сл. 16. Аргиллит известковисто-кремнистый, черный, параллельнослойчатый, с желваковидными горизонтами (5-10 см по мощности) карбоната кремнисто-глинистого, темно-серого, пелитоморфного. Кремнистость повышается вверх по слою. Мощность 0,45-0,5 м. Отмечена вкрапленность и выделения сульфидов. Кровля волнистая.

Сл. 17. Известняк кремнистый, серый, пелитоморфный с тонким детритом, в нижних 0,2 м волнистослойчатый, в верхних 0,15 м – субпараллельнослойчатый, с рассеянными сульфидами. Вверх по слою переходит в силицит известковистый, слабо глинистый, черный, параллельнослойчатый. Глинистость силицита возрастает вверх по слою. Мощность 0,6 м. Кровля пологобугристая.

Сл. 18. Аргиллит кремнисто-известковый, темно-серый до черного, субпараллельнослойчатый, с нодулярными «прослоями» известняков кремнисто-глинистых, серых до темно-серых, пелитоморфных. Максимум глинистости в средней части слоя. Мощность 1,2 м. Кровля волнистая. Многочисленные остатки аммоноидей *Kallosclymenia*.

Сл. 19. Известняк глинисто-кремнистый, темно-серый, пелитоморфный с рассеянным тонким детритом, субпараллельнослойчатый, с выделениями сульфидов. В верхней части слоя (0,1 м) переходит в аргиллит известково-кремнистый, темно-серый, субпараллельнослойчатый. Мощность 0,4 м. Кровля волнистая.

Сл. 20. Известняк кремнистый, темно-серый, пелитоморфный с рассеянным тонким детритом. Распределение кремнистости и тонкого детрита намечает субпараллельную текстуру. Вверх по слою кремнистость увеличивается, а содержание тонкого детрита снижается. Отмечены выделения сульфидов. Мощность 0,3 м. Кровля волнистая.

Сл. 21. Аргиллит темно-серый до черного, субпараллельнослоистый, с линзочками (до 5 мм) силицита глинистого, черного, и прослоями бентонита (до 5 мм). Рассеянные включения сульфидов. Мощность 0,3 м. Кровля пологоволнистая.

Слои с 11 по 21 образуют толщу сходных с нижележащими фоновых пелагических отложений с многочисленными карбонатно-глинисто-кремнистыми градационными циклитами с текстурно-структурными признаками дистальных турбидитов.

Каменноугольная система, нижний отдел, турнейский ярус, нижний подъярус

Сл. 22. Циклически построенный слой. Элементарный циклит состоит из следующих элементов (снизу вверх): 1) известняк слабо глинистый, кремнистый, темно-серый, мелко-тонкодетритовый, до тонкодетритового, массивный, с волнистой подошвой; 2) известняк слабо глинистый, кремнистый, темно-серый, тонкодетритовый, с рассеянным мелким детритом, массивный, до неотчетливо субпараллельнослоистого за счет распределения глинистого материала и детрита, со слабоволнистой подошвой; 3) известняк глинисто-кремнистый, темно-серый, пелитоморфный, с тонким детритом, субпараллельнослоистый, с увеличением кремнистости вверх по слою, нижним контактом с постепенным переходом; 4) аргиллит кремнистый, черный, субпараллельнослоистый.

В слое выделяется четыре циклита со следующими мощностями элементов (м): 0/0,2/0/0; 0,15/0,05/0,1/0; 0,05/0,05/0,1/0; 0,2/0,15/0,05/0,2. Мощность слоя 1,2 м. Кровля ровная.

Сл. 23. Циклически построенный слой. Элементарный циклит состоит из следующих элементов (снизу вверх): 1) известняк кремнисто-глинистый, темно-серый, пелит-тонкодетритовый до пелитоморфного, субпараллельнослоистый, с текстурой, подчеркнутой распределением глинистого материала, с пологоволнистой подошвой; 2) аргиллит известковистый (известковистость снижается вверх), кремнистый, черный, с субпараллельной текстурой и ровной подошвой; 3) силицит глинистый, черный, неотчетливо параллельнослоистый за счет глинистых примазок, со спикулями и радиоляриями. Во всех элементах циклитов отмечена рассеянная вкрапленность сульфидов. В слое выделяется четыре циклита со следующими мощностями элементов (м): 0,1/0,1/0,2; 0,1/0,05/0,1; 0,01/0,1/0,05; 0,2/0,05/0,15. Мощность слоя 1,1 м. Верхний контакт неотчетливый.

Слои 22 и 23 по текстурно-структурным признакам, отвечающим последовательности цикла Боума, отнесены к карбонатным турбидитам, от проксимальных (слой 22) до дистальных (слой 23).

Сл. 24. Аргиллит кремнистый, черный, параллельнослойчатый, с линзовидными прослоями силицита черного, слабо глинистого, неотчетливо параллельнослойчатого. Вверх по слою переходит в аргиллит кремнисто-известковый, темно-серый, параллельнослойчатый. Рассеянная вкрапленность сульфидов. Мощность 0,4 м. Кровля волнистая.

Слой, вероятно, соответствует фоновым пелагическим осадкам.

Сл. 25. Циклически построенный слой. Элементарный цикллит мощностью около 0,2 м состоит из следующих элементов (снизу вверх): 1) известняк кремнисто-глинистый, темно-серый, пелитоморфный с рассеянным тонким до мелкого детритом, субпараллельнослойчатый, с рассеянными сульфидами; 2) аргиллит кремнистый, известковый, черный, параллельнослойчатый, с карбонатно-глинистыми стяжениями. Вверх по слою карбонатность аргиллита снижается. Границы элементов нерезкие, часто с постепенным переходом. В верхней части слоя подошвы нижних элементов цикллитов становятся более отчетливыми. Всего в слое выделено семь цикллитов с постепенным снижением мощности от 0,-0,3 м до 0,15-0,2 м вверх по слою. Мощность слоя 1,5 м. Кровля волнистая.

Сл. 26. Циклически построенный слой. Элементарный цикллит состоит из следующих элементов (снизу вверх): 1) известняк кремнистый, слабо глинистый, темно-серый, тонкодетритовый, в верхней части элемента с гнездовидно-рассеянными радиоляриями, с субпараллельной текстурой, намечаемой распределением глинистого материала; 2) аргиллит известковисто-кремнистый, черный, параллельнослойчатый, с кремнисто-глинистыми стяжениями; 3) силицит черный, массивный, до параллельнослойчатого за счет распределения глинистого материала. Мощности нижних элементов цикллитов снижаются вверх по слою от 0,3 м до 0,05 м. В слое выделено три цикллита мощностью 0,55 м, 0,35 м и 0,1 м. В верхних двух цикллитах отсутствует верхний элемент. Мощность слоя 1 м. Кровля волнистая.

Сл. 27. Циклически построенный слой. Элементарный цикллит мощностью около 0,8 м состоит из следующих элементов (снизу вверх): 1) известняк кремнистый, темно-серый, пелитоморфный с рассеянным тонким и мелким детритом, волнисто-субпараллельно слойчатый, вверх по элементу переходящий в пелитоморфный массивный; 2) аргиллит известковисто-кремнистый, черный, параллельнослойчатый, с желваками и слоями с сульфидами, с кремнисто-глинистыми стяжениями. Подошвы цикллитов пологоволнистые. В слое выделяется два цикллита со следующими мощностями элементов (м): 0,6/0,2 и 0,6/0,25. Мощность слоя 1,65 м. Кровля пологоволнистая.

Слои 25-27 сложены циклитами с признаками цикла Боума, и могут интерпретироваться как дистальные карбонатные турбидиты.

Турнейский ярус, верхний подъярус

Сл. 28. Циклически построенный слой. Элементарный циклит состоит из следующих элементов (снизу вверх): 1) известняк кремнистый, слабо глинистый, темно-серый, пелитоморфный, в нижней части элемента с рассеянным тонким детритом, субпараллельнослойчатый, в верхней части элемента с кремнистыми линзовидными стяжениями; 2) аргиллит кремнистый, черный, параллельнослойчатый, с рассеянной вкрапленностью сульфидов, кремнисто-глинистыми стяжениями и редкими раковинами мелких брахиопод. В слое выделяется четыре циклита со следующими мощностями элементов (м): 0,15/0,1; 0,1/0,01; 0,17/0,2; 0,05/0,2. Мощность слоя 0,98 м, кровля волнистая.

Сл. 29. Циклически построенный слой. В слое выделяется два циклита. Нижний циклит образует (снизу вверх) известняк кремнистый, темно-серый, тонкодетритовый с рассеянным мелким детритом, волнистослойчатый (7 см по мощности), переходящий вверх в известняк кремнистый, темно-серый, тонкодетритовый, массивный (5 см по мощности), и далее вверх переходящий в известняк кремнистый, темно-серый, пелитоморфный с рассеянным тонким детритом, субпараллельнослойчатый (5 см по мощности). Кровля циклита волнистая, отчетливая. Мощность циклита 0,17 м. Верхний циклит сложен (снизу вверх) известняком темно-серым, тонкодетритовым с мелким детритом и члениками криноидей, пологоволнистослойчатым (10 см по мощности), переходящим в известняк кремнистый, темно-серый, пелитоморфный, с рассеянным тонким детритом (10 см по мощности). Выше залегают кремнистые аргиллиты, черные, параллельнослойчатые, с вкрапленностью сульфидов и кремнистыми стяжениями (10 см по мощности), переходящие в силицит глинистый, черный, неотчетливо параллельнослойчатый, с сульфидами, радиоляриями и спикулами (10 см по мощности). Мощность циклита 0,4 м. Видимая мощность слоя 0,57 м.

Сл. 30. Задерновано 0,7 м по мощности.

Сл. 31. Аргиллит кремнистый, черный, параллельнослойчатый, с прослоями до 3-4 см силицита глинистого, черного, с неотчетливой параллельной текстурой. Видимая мощность 0,3 м. Кровля волнистая.

Сл. 32. Циклически построенный слой. Элементарный циклит состоит из следующих элементов (снизу вверх): 1) известняк кремнистый, темно-серый, пелитоморфный с рассеянным тонким детритом, волнисто- до волнистолинзовиднослойчатого; 2) известняк кремнисто-глинистый, темно-серый, пелитоморфный с рассеянным тонким детритом, полого

волнистослойчатый. В слое выделено три циклита со следующими мощностями элементов (м): 0,1/0,1; 0,1/0,1; 0,1/0,2. Видимая мощность слоя 0,7 м.

Слои 28-32 сложены циклитами с признаками цикла Боума и для них предполагается турбидитная природа.

В разрезе на р. Лемва (ниже устья руч. Парнок) верхнефаменско-среднетурнейский интервал представлен грубообломочными карбонатными градационными циклитами верхней части устьепарнокской толщи, которые по структурно-текстурным характеристикам интерпретируются как проксимальные турбидиты (до флюксотурбидитов) с практическим отсутствием фоновых отложений [Журавлев, 2003; 2010]. При этом установлено выпадение из разреза значительной части верхнефаменско-нижнетурнейского интервала: на отложениях, относимых по конодонтам к верхнему фамену (зона *Palmatolepis gracilis expansa*, слои 1-4), непосредственно залегают отложения зоны *Siphonodella quadruplicata* верхнего турне (слои 5-10). Ниже приводится характеристика пограничного интервала разреза (т.н. 1204, N 65° 38' 26.4" E 61° 04' 05.6") (рис. 4).

Девонская система, верхний отдел, фаменский ярус, верхний подъярус

Сл. 1. Известняк светло-серый, мелко-среднедетритовый, сильно перекристаллизованный, с единичными литокластами размером до 5 мм, в нижней части – до 3 см. Текстура от волнисто- до косослойчатой. Интенсивная разнонаправленная трещиноватость. Мощность 0,4 м. Кровля волнистая.

Сл. 2. Известняк светло-серый до серого, мелко-среднедетритовый, литокластический, с рассеянными литокластами (0,5-1 см – преобладают, до 5-10 см) известняка темно-серого, тонко-мелкодетритового. Литокласты не сортированы, плохо окатаны, «плавают» в детритовой массе. Текстура массивная. В верхних 0,1-0,15 м отмечается переход к известняку серому, тонко-мелкодетритовому, пологоволнистослойчатому, с желваками черного силицита. Мощность 1 м. Кровля волнистая.

Сл. 3. Известняк серый до темно-серого, мелко-тонкодетритовый, с мелкими члениками криноидей, рассеянным крупным детритом, редкими литокластами (2-5 мм, до 2-3 см, плохо окатаны), желваками черного силицита. Текстура массивная, до неотчетливо волнисто-косослойчатой. Вверх по слою известняк становится темно-серым, тонкодетритовым с рассеянным мелким детритом, с отчетливой волнистой текстурой, гнездами члеников криноидей, многочисленными кремнистыми стяжениями. Литокласты присутствуют во всем слое. Мощность 1,3 м. Кровля волнистая.

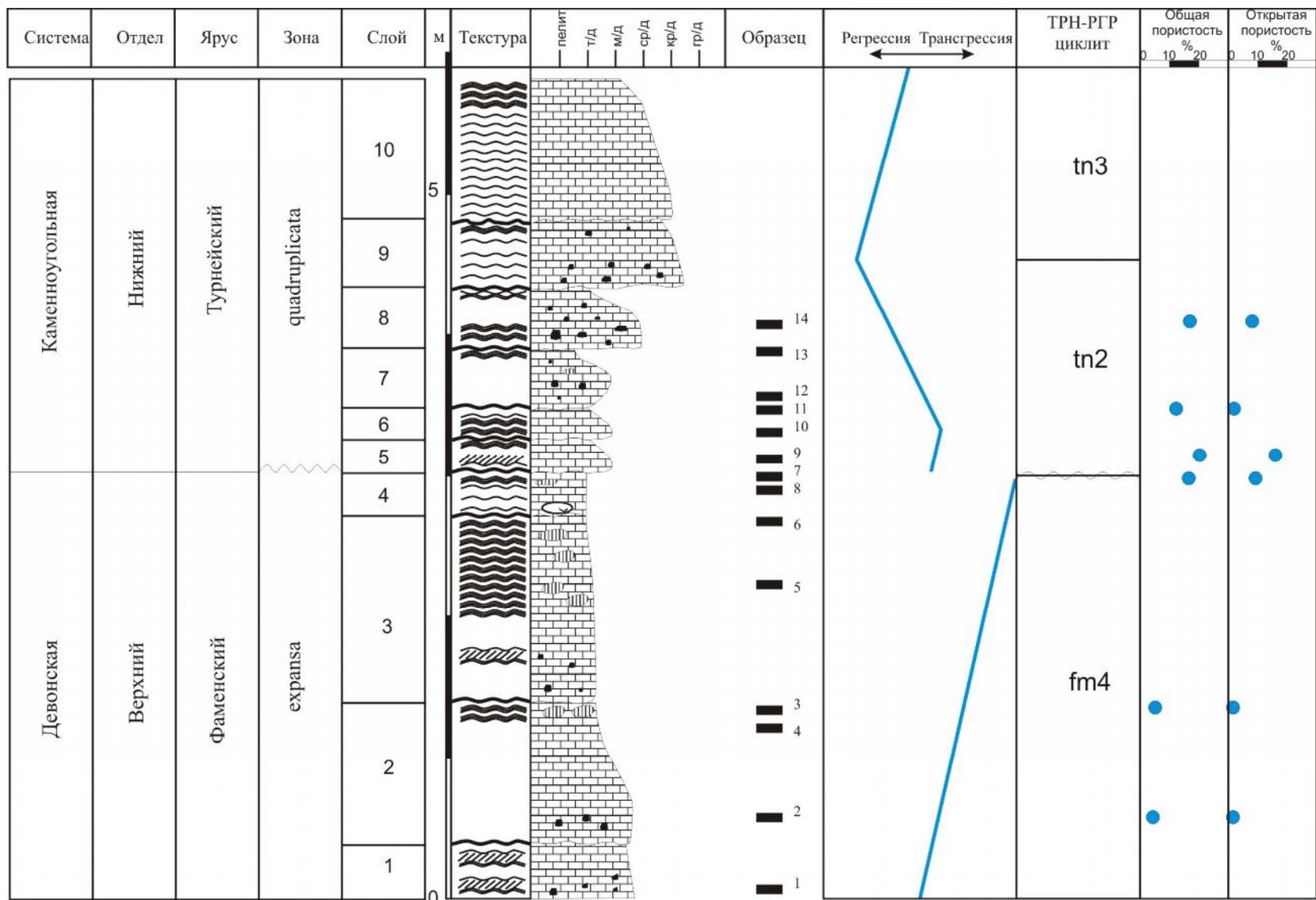


Рис. 4. Литологическая колонка разреза на р. Лемва

Условные обозначения см. на рис. 3.

Сл. 4. Известняк, в верхней части слоя кремнистый, темно-серый, тонкодетритовый, с многочисленными члениками криноидей, рассеянными по слою, и образующими в нижней части слоя гнезда до 0,2 м в длину и до 0,1 м по мощности. Текстура массивная, до плохо проявленной волнистой, отчетливость текстуры возрастает вверх по слою. Отмечены многочисленные кремнистые стяжения черного цвета и линзовидной формы. В верхней части слоя многочисленны фосфатные остатки водных позвоночных и беззамковых брахиопод. Мощность 0,35 м. Кровля волнистая.

Каменноугольная система, нижний отдел, турнейский ярус, верхний подъярус

Сл. 5. Известняк неравномерно кремнистый, серый – темно-серый, мелкодетритовый, с рассеяно-гнездовидным распределением члеников криноидей и грубого-крупного детрита. Намечаемая распределением кремнистости косослойчатая текстура, переходящая в массивную. Вверх по слою известняк постепенно переходит в тонкодетритовый с рассеянным мелким детритом, члеников криноидей становится меньше, текстура отчетливая волнистослойчатая, подчеркнутая распределением кремнистости. Мощность 0,25 м. Кровля волнистая.

Сл. 6. Градационный карбонатный циклит, состоящий из известняка серого-темно-серого, мелкодетритового, волнистослойчатого, с рассеянными члениками криноидей (мощность 0,1 м), постепенно переходящего в известняк серый-темно-серый, тонко-мелкодетритовый, неотчетливо волнистослойчатый (мощность 0,1 м). Мощность 0,2 м. Кровля пологоволнистая.

Сл. 7. Известняк серый – темно-серый, тонкодетритовый, с многочисленными слабо окатанными литокластами (2-3 см) известняка светло-серого, тонкодетритово-пелитоморфного. Текстура массивная. Мелкие кремнистые стяжения черного цвета. Вверх по слою постепенный переход в известняк мелкодетритовый, биолитокластический, с члениками криноидей, и далее (в верхних 5 см) в известняк кремнистый, темно-серый, тонкодетритово-пелитоморфный, волнистослойчатый. Мощность 0,4 м. Кровля волнистая.

Сл. 8. Известняк серый – темно-серый, литокластический (рассеянные литокласты слабо окатаны, размером до 2-3 см, сложены серым - светло-серым известняком), с члениками криноидей, среднетритовый с мелким детритом, неотчетливо волнистослойчатый. Отмечены единичные неориентированные створки спириферид. Вверх по слою литокластов становится меньше, основная масса переходит в мелкодетритовую, появляются кремнистые стяжения черного цвета и большое количество члеников криноидей. Текстура массивная. В верхних 0,1 м – известняк темно-серый, пелитоморфно-

тонкодетритовый, со слабо окатанными литокластами до 2 мм, волнисто-линзовидной текстурой. Мощность 0,45 м. Кровля волнистая.

Сл. 9. Известняк серый – темно-серый, литобиокластический, с члениками криноидей и обломками створок брахиопод, крупно-грубодетритовый, неотчетливо волнистослойчатый. В 0,2 м от подошвы переходит в пелитоморфно-тонкодетритовый с многочисленным грубым детритом и члениками криноидей, с литокластами (до 1-2 мм), волнистослойчатый. Вверх по слою, концентрация грубого детрита несколько снижается. Мощность 0,5 м. Кровля волнистая.

Сл. 10. Известняк темно-серый, средне-грубодетритовый с тонкодетритовым заполнением, существенно криноидный, неотчетливо волнистослойчатый. Вверх по слою несколько снижается размер детрита (до мелко-среднего и, далее, до мелкого), становится более отчетливой волнистая текстура. Видимая мощность 1,0 м. Кровля не наблюдается, слой образует вершину скалы.

Состав литокластов (пелитоморфные и тонкодетритовые известняки) не противоречит предположению, что источником обломочного карбонатного материала служили органогенные постройки фронтального края отмели.

В разрезах на р. Большая Надота, расположенных между разрезами Кожыма и Лемвы, верхнефаменско-среднетурнейские отложения неизвестны, предполагается, что они частично или полностью размыты [Соболев и др., 2000; Груздев и др., 2009]. Подстилающие среднефаменские отложения представлены здесь мелководными отмельными образованиями большенадотинской толщи [Груздев и др., 2009]. Наиболее полные разрезы этого стратиграфического интервала были изучены в районе г. Олыся (р. Большая Надота) [Груздев и др., 2009] и в тектоническом блоке на правом берегу р. Лемва. В разрезе на р. Лемва эти отложения представлены чередованием пачек мелко-тонкодетритовых известняков с неотчетливой волнистой текстурой и линзовидно-гнездовидным распределением мелкого до среднего детрита, и оолитовых известняков с волнистой слойчатостью и многочисленными остатками известковых водорослей. Среднефаменский возраст определен по комплексам конодонтов зоны *Palmatolepis marginifera*. В фрагментарных выходах на р. Большая Надота отмечены фаменские тонкодетритовые известняки с линзами мелкого детрита, остатками брахиопод, фрагментами стеблей криноидей и рассеянными водорослевыми желваками. К сожалению, ни в одном из отмельных разрезов не наблюдался контакт фаменских и турнейских отложений – он либо приходится на необнаженный участок, либо тектонический. Перекрывающая толща

датирована по конодонтам поздним турне (фаза *anchoralis*) [Груздев и др., 2009]. По имеющимся данным можно лишь утверждать, что глубина размыва не достигала подошвы среднего фамена, а начало седиментации в отмельной зоне после размыва произошло не позднее позднего турне (фаза *anchoralis*, косьвинское время).

Более определенно глубину размыва можно оценить, исходя из возраста обломочного карбонатного материала, слагающего турбидитные толщи обрамления отмели (рис. 5).

В разрезе на р. Кожым самые древние переотложенные конодонты в нижнетурнейском интервале (конодонтовые зоны *sulcata – duplicata*, слои 22-27) характеризуют верхний фамен (зоны *expansa – praesulcata*). В более молодых отложениях в этом разрезе переотложенные конодонты не отмечаются, что может интерпретироваться как прекращение интенсивного размыва тыловой части отмели в черепетское время (в начале позднего турне, зона *quadruplicata*).

В разрезе на р. Лемва переотложенные конодонтовые комплексы соответствуют более широкому стратиграфическому интервалу – от верхнего до верхов нижнего фамена (зоны *strepida – expansa*) [Журавлев, 2010]. При этом переотложенные конодонты известны вплоть до зоны *isosticha* [Журавлев, 2010], что позволяет предполагать, что интенсивный размыв фронтальной части отмели продолжался, как минимум, до конца кизеловского времени (зона *isosticha*).

Изученный ряд разрезов обладает сходством с современной Багамской банкой [Newell and Rigby, 1957; Sealey, 2006]. Так по палеогеографическим построениям разрезы на реках Лемва, Б. Надота и Кожым отделены от карбонатной платформы глубоководной депрессией на шельфе (палеодепрессии соответствуют разрезы центральной части Косью-Роговской впадины); в разрезах отмечается последовательностей отложений, отвечающих основным фациальным поясам Багамской банки - карбонатные обломочные шлейфы (разрез на р. Лемва и, частично, разрез на р. Кожым), детритовые известняки с «лоскутными рифами» и оолитовые известняки (разрезы на реках Лемва и Большая Надота), микритовые и тонкодетритовые известняки с мелкодетритовыми прослоями (разрез на р. Лемва) (рис. 6); в карбонатных отложениях практически отсутствует не только терригенная, но и глинистая примесь; наблюдается обилие остатков морских мелководных организмов (известковых водорослей, криноидей, брахиопод и др.). Указанные признаки позволяют применить к интерпретации рассматриваемых разрезов седиментационную модель Багамской банки.

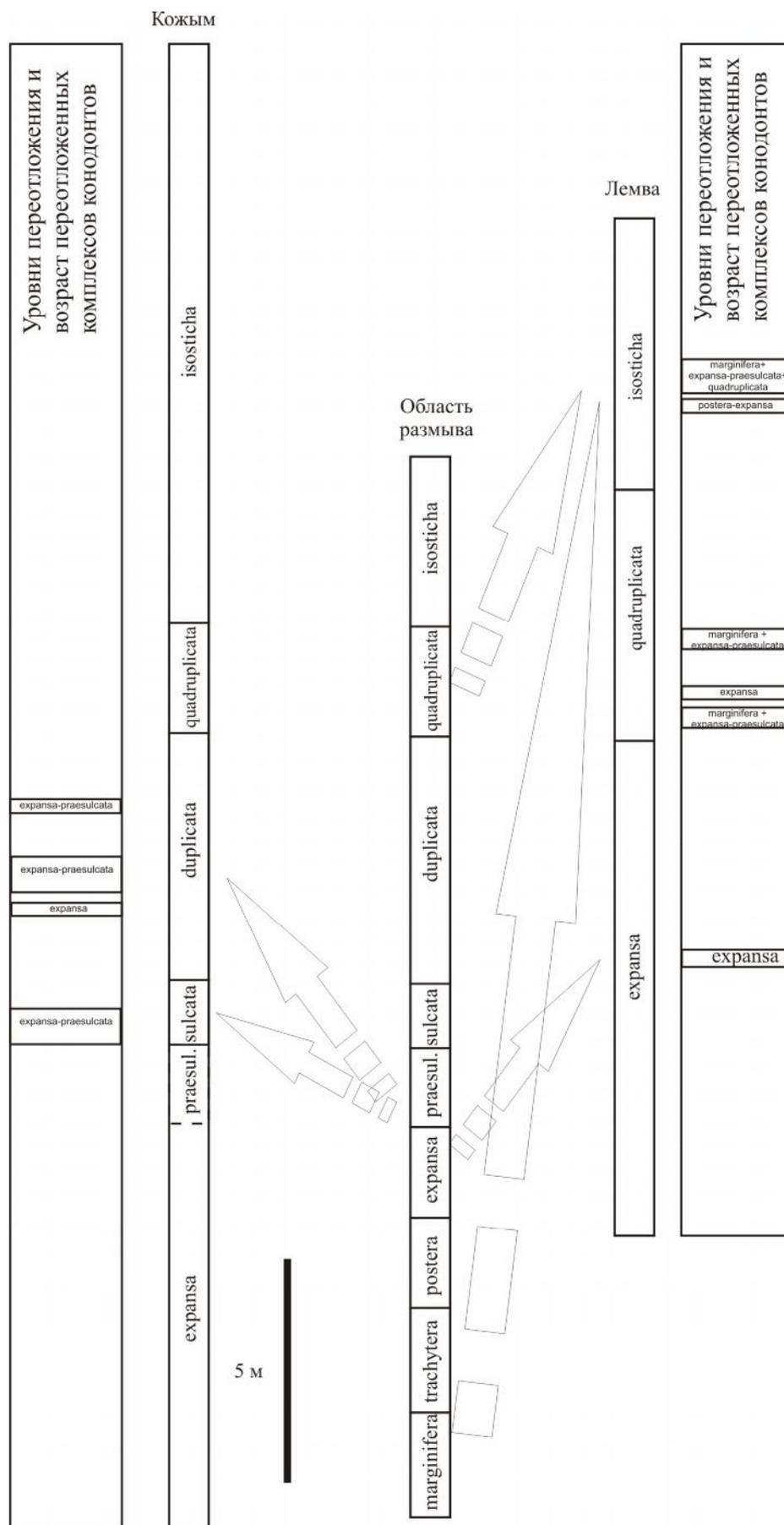


Рис. 5. Схема переотложения конодонтовых элементов в разрезах на р. Лемва и р. Кожым

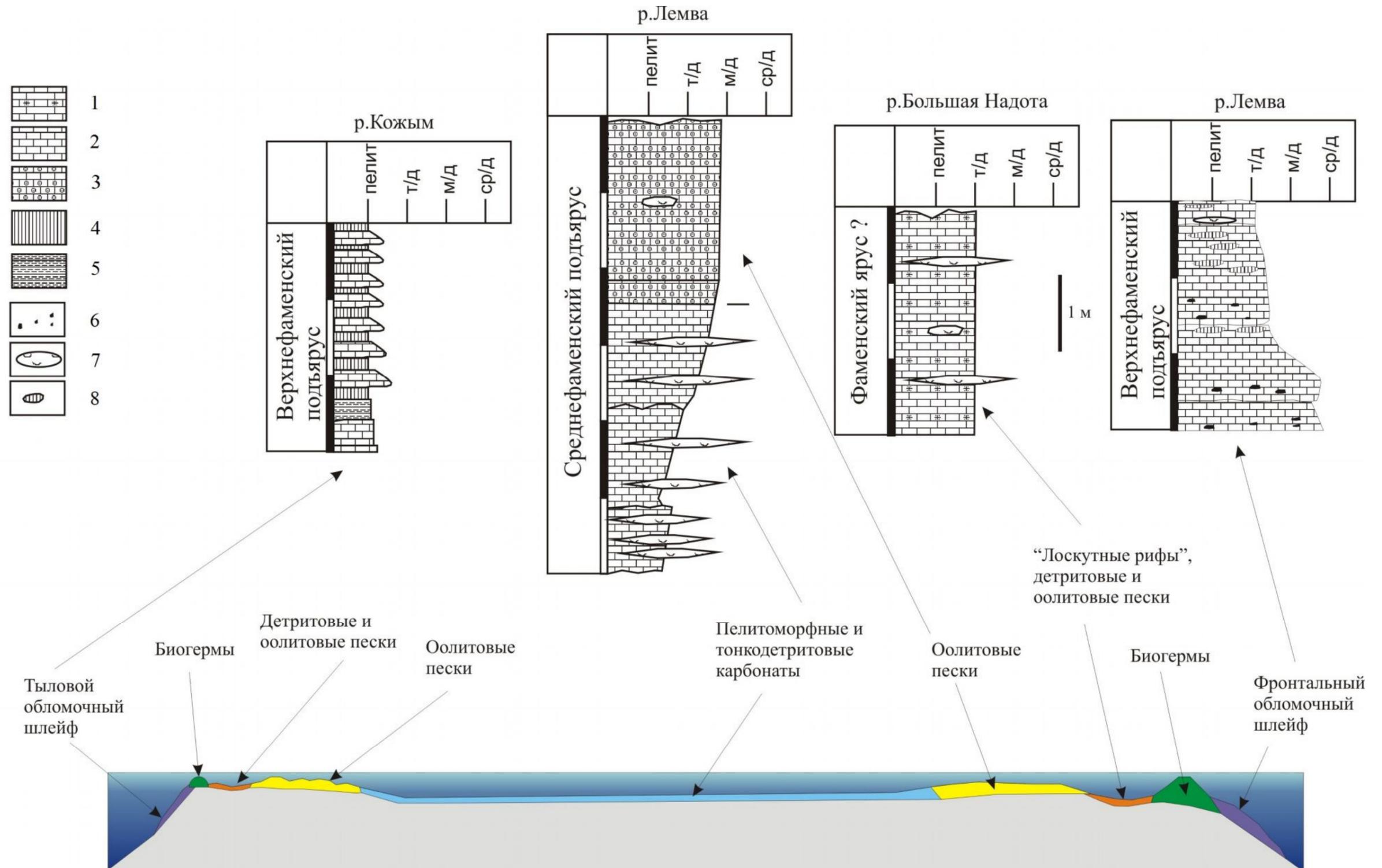


Рис. 6. Донные осадки современной Багамской банки (по [Newell and Rigby, 1957; Sealey, 2006]) и их предполагаемые аналоги в разрезах верхнего девона на реках Кожым, Большая Надота и Лемва
 1 – известняк с водорослевыми желваками; 2 – известняк детритовый; 3 – известняк оолитовый; 4 – силицит; 5 – аргиллит; 6 – литокласты; 7 – гнезда/линзы детрита; 8 – кремнистые стяжения.

Результаты анализа имеющихся данных с использованием этой модели представлены на рис. 7. По аналогии с Багамской банкой выделены следующие фациальные пояса (рис. 7): фронтальный склон с обломочными шлейфами и карбонатными турбидитами; органогенные постройки внешнего края отмели, окруженные детритовыми карбонатами; фронтальные аккумулятивные формы, сложенные детритовыми и оолитовыми известняками; лагуна с пелитоморфными и пелоидными карбонатами; тыловые аккумулятивные формы, сложенные детритовыми и оолитовыми карбонатами; тыловой склон отмели с обломочными шлейфами и карбонатными турбидитами. Отложения, отвечающие фронтальному склону, наблюдаются на р. Лемва, фронтальным аккумулятивным формам – на р. Большая Надота [Груздев и др., 2009] и р. Лемва, а дистальным частям тылового склона – на р. Кожым.

В результате существенного понижения уровня моря на границе девона и карбона значительная часть отмели вышла в зону эрозии и подверглась размыву. Продукты размыва формировали обломочные шлейфы и карбонатные турбидиты на фронтальном и тыловом склонах. В качестве следов этого размыва рассматриваются относительно мощные карбонатные турбидиты, наблюдаемые в нижнетурнейском интервале разреза на р. Кожым (слои 22, 23). В разрезе на р. Лемва (характеризует проксимальную часть фронтального склона) турбидиты раннего турне не сохранились, вероятнее всего они были размыты более поздними турбидитными потоками (граница слоев 4 и 5).

Размыв отмели продолжался до начала позднего турне (черепетско-кизеловское время, зоны *quadruplicata-isosticha*), а начало устойчивого осадконакопления предполагается в позднем турне. К этому же времени сократилось поступление грубообломочного карбонатного материала на фронтальный склон, что проявилось в разрезе на р. Лемва в виде сокращения литокластической составляющей в нижних частях турбидитных циклитов (см. рис. 4) (слои 9 и 10).

Для основных типов отложений, составляющих отмельный комплекс, были определены параметры, характеризующие фильтрационно-емкостные свойства – общая и открытая пористость. Определение пористости осуществлено рентгеномографическим методом на оборудовании и программном обеспечении, разработанном в лаборатории микропалеонтологии ФГУП «ВНИГРИ»² [Еременко, Муравьева, 2012] на материале из скважин и разрезов Тимано-Печорской НГП, Пай-Хоя и Урала. Результаты представлены в табл. 1.

² См. статью Журавлев А.В., Вевель Я.А. *Возможности использования вычислительной микромографии в микропалеонтологических и литологических исследованиях // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. – Т.7. – №2. – http://www.ngtp.ru/rub/2/21_2012.pdf*

Следует отметить, что из набора пород, слагающих рассматриваемый комплекс, максимальными значениями общей и открытой пористости характеризуются силициты и известняки обломочных шлейфов (общая пористость 4-29%, открытая пористость 0-28%). Кремнистые аргиллиты обладают несколько меньшей пористостью (общая пористость 4-19%, открытая пористость 0-14%). Минимальными значениями пористости обладают породы аккумулятивных форм отмели (общая пористость 4-12%, открытая пористость 0-1%) и микробиально-водорослевых органогенных построек (общая пористость 6-14%, открытая пористость 0-5%).

Таблица 1

Средние значения пористости основных типов пород отмельного комплекса

Тип пород	Общая пористость, %	Открытая пористость, %	Количество измерений
Силициты и кремнистые аргиллиты тылового склона отмели	15	11	22
Известняки карбонатных турбидитов тылового и фронтального склонов отмели	11	4	34
Детритовые известняки аккумулятивных форм отмели	4	0,5	17
Микробиально-водорослевые органогенные постройки	10	2	10
Известняки лагуны	2	0	2

Построенная седиментационная модель, в сочетании с данными о фильтрационно-емкостных свойствах основных типов отложений, позволяет оценить перспективы нахождения природных резервуаров в биогермно-отмельных отложениях верхнего фамена – турне на Приполярном Урале. Как видно из табл. 1, собственно биогермные (микробиально-водорослевые) и отмельные отложения характеризуются низкими значениями общей и открытой пористости, а наибольшей первичной пористостью обладают обломочные шлейфы и фоновые отложения (силициты и кремнистые аргиллиты) глубоководной зоны.

Из материалов, полученных по изученным разрезам, следует, что фронтальные обломочные шлейфы (обращенные к океану) имеют большую мощность отдельных интервалов при меньшей стратиграфической полноте по сравнению с тыловыми шлейфами и сходную мощность пограничного девонско-каменноугольного интервала. При этом фильтрационно-емкостные свойства пород тыловых и фронтальных шлейфов существенно не отличаются. Это дает основание предполагать, что перспективные природные резервуары могли формироваться как в заотмельной, так и в предотмельной зонах. Породы, сформировавшиеся на самих отмелях и в области развития биогермов, характеризуются

низкими значениями пористости и менее перспективны. Они могут обладать высокими фильтрационно-емкостными свойствами только за счет высокой трещиноватости или развития гипергенных процессов.

Автор выражает искреннюю благодарность Д.Б. Соболеву и Д.А. Груздеву (ИГ КомиНЦ УрО РАН) за многолетнее плодотворное сотрудничество в изучении разрезов Приполярного Урала; А.В. Даниловой, Н.М. Еременко, А.Л. Жерлыгину, В.В. Попову (ФГУП «ВНИГРИ») за помощь в проведении полевых исследований в 2011-2012 гг., С.Б. Шишлову (Горный Институт) за ценные замечания, способствовавшие улучшению статьи.

Литература

Войновский-Кригер К.Г. Два комплекса палеозоя на западном склоне Полярного Урала // Советская геология. – 1945. - №6. - С. 27-44.

Груздев Д.А., Соболев Д.Б., Журавлев А.В. Отложения большенадотинской толщи в южной части горы Олыся (река Большая Надота, Приполярный Урал) // Геология и минеральные ресурсы европейского северо-востока России. - Материалы XV Геол. съезда Респ. Коми. - Сыктывкар. - 2009. - Т.2. - С. 27.

Деулин Ю.В. Конодонты и корреляция продуктивных на нефть верхнедевонских отложений Севера Тимано-Печорской провинции. - Архангельск: ГИН РАН. - 2006. - 253 с.

Елисеев А.И. Визейский риф на западном склоне Приполярного Урала // ДАН СССР. - 1971. - Т. 200. - № 3. - С. 672-675.

Еременко Н.М., Муравьева Ю.А. Применение методов рентгеновской микротомографии для определения пористости в керне скважин // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. - Т.7. - №3. - http://www.ngtp.ru/rub/2/35_2012.pdf

Жукова Т.В. Роль микропалеонтологических и литолого-петрографических исследований при расчленении и корреляции разнофациальных толщ девона и карбона в разрезе скважины 1-Юньяхинская // Материалы Всероссийского литологического совещания «Рифы и карбонатные псефитолиты». - Сыктывкар: Геопринт. - 2010. - С. 64-66.

Журавлев А.В. Тафономия конодонтовых элементов в позднедевонско-раннекаменноугольных турбидитах севера Урала и Пай-Хоя // Литосфера. – 2012. - № 3. - С. 14-21.

Журавлев А.В. Биостратиграфический анализ конодонтовых комплексов верхней части устьпарнокской толщи (фамен-турне) Полярного Урала // Бюллетень МОИП. Отд. геол. - 2010. - Т. 85. - Вып. 4. - С. 28-34.

Журавлев А.В. Конодонты верхнего девона – нижнего карбона северо-востока Европейской России. - СПб: изд-во ВСЕГЕИ. - 2003. - 85 с.

Иванов В.В., Торопов В.А., Уткина О.Л., Гудельман А.А. Геологическое строение Лемвинского поперечного опускания по результатам геолого-разведочных работ ООО «Газпром переработка» // Геология, бурение, разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений. - Научно-технический сборник. - 2010. - № 3. - С. 10-24.

Коновалова В.А., Соболев Д.Б. Визейские аммоноидеи из отложений Большенадотинского биогермного массива (Приполярный Урал) // Геология рифов. - Материалы Международного совещания Республики Коми. - Сыктывкар. - 2005. - С. 81-84.

Решение Межведомственного Регионального Стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы. - Ленинград, 1988 г. - Л. - 1990.

Соболев Д.Б., Журавлев А.В., Карманов Р.С., Груздев Д.А. Новые данные о геологическом строении района Большенадотинского рифа (Приполярный Урал) // Вестник. Сыкт.: Геопринт. – 2000. - №8 (68). - С. 6-7.

Шишкин М.А. Геология зоны сочленения Елецких и лемвинских фаций на западном склоне Полярного Урала. - Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. – Сыктывкар. – 2003. - 20 с.

Newell, N.D. and Rigby, J.K. Geological studies on the Great Bahama Bank // R.J. Le Blanc and J.G. Breeding (Editors), Regional Aspects of Carbonate Deposition. Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publ. – 1957. – 5. – P. 15-72.

Sealey N. Bahamian Landscapes. 3rd edition. Nassau, Bahamas : Media Pub., 2006.

Skompski S., Paszkowski M., Krobicki M., Kokovin K., Korn D., Tomas A. & Wrzolek T. Depositional setting of the Devonian/Carboniferous biohermal Bol'shaya Nadota Carbonate Complex, Subpolar Urals. //Acta Geologica Polonica. – 2001. - Vol. 51. - No. 3. - P. 217-235.

Sobolev D.B., Zhuravlev A.V., Tsyganko V.S. Stop 8. Upper Devonian-Lower Carboniferous succession on the Kozhym River // Subpolar Urals Field Trip Guidebook. Suppl. Spec. Publ. 6. Ichtyolith Issues. 2000. - P. 101-111.

Zhuravlev A.V. Upper Givetian and Lower Frasnian conodonts from the “Olysia” Reef (Subpolar Urals) // Geology of the Devonian System. – Syktyvkar. - 2002. - P. 161-163.

Zhuravlev A.V.

All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI), Saint Petersburg, Russia, micropalaeontology@gmail.com

**SEDIMENTATION MODEL OF THE TRANSITIONAL ZONE
FROM THE ELETS TO LEMVA FORMATION BELTS
(DEVONIAN-CARBONIFEROUS BOUNDARY, CIS-POLAR URALS)**

Shoal and bioherm deposits of the transitional zone form the the Elets formation belt to the Lemva formation belt are considered as perspective object for oil and gas prospecting. Study of the sections in the basins of the Kozhym and Lemva rivers allows us to reconstruct environments in the shoal belt in the Devonian/Carboniferous boundary interval. Area of deep erosion (up to the Middle Famennian) is reconstructed in the Early Tournaisian. Usually the bioherms are considered as having great potential as natural reservoirs for the oil and gas in the Upper Devonian – Lower Carboniferous. Study of the porosity of the rocks of the shoal complex allows supposing debris fans of the frontal and back shoal slopes as promising natural reservoirs for the oil and gas. Shoal and bioherm rocks demonstrate lower porosity.

Key words: *Cis-Polar Urals, Upper Devonian, Lower Carboniferous, environments, shoal, debris fans, porosity.*

References

Deulin Yu.V. *Konodonty i korrelyatsiya produktivnykh na neft' verkhnedevonskikh otlozheniy Severa Timano-Pechorskoy provintsii* [Conodonts and correlation of the Upper Devonian oil producing deposits, northern Timan-Pechora]. Arkhangel'sk: GIN RAN, 2006, 253 p.

Eliseev A.I. *Vizeyskiy rif na zapadnom sklone Pripolyarnogo Urala* [Visean reef on the western slope of the Nether-Polar Urals]. DAN SSSR, 1971, vol. 200, no. 3, p. 672-675.

Eremenko N.M., Murav'eva Yu.A. *Primenenie metodov rentgenovskoy mikrotomografii dlya opredeleniya poristosti v kerne skvazhin* [Application of the X-ray microtomography for porosity determination in borehole core]. Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika, 2012, vol. 7, no. 3, available at: http://www.ngtp.ru/rub/2/35_2012.pdf

Gruzdev D.A., Sobolev D.B., Zhuravlev A.V. *Otlozheniya bol'shenadotinskoy tolshchi v yuzhnoy chasti gory Olysy (reka Bol'shaya Nadota, Pripolyarnyy Ural)* [Deposits of Big Nadot suite in the southern part of the mountain Olysy (River Big Nadot, Nether-Polar Urals)]. Geologiya i mineral'nye resursy evropeyskogo severo-vostoka Rossii. Materials XV Geological Congress of the Republic of Komi. Syktyvkar, 2009, vol. 2, p. 27.

Ivanov V.V., Toropov V.A., Utkina O.L., Gudel'man A.A. *Geologicheskoe stroenie Lemvinskogo poperechnogo opuskaniya po rezul'tatam geologo-razvedochnykh rabot OOO «Gazprom pererabotka»* [Geological structure of Lemvin cross lowering on the basis of exploration of OOO "Gazprom pererabotka"]. Geologiya, burenie, razrabotka i ekspluatatsiya gazovykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy, 2010, no. 3, p. 10-24.

Konovalova V.A., Sobolev D.B. *Vizeyskie ammonoidei iz otlozheniy Bol'shenadotinskogo biogermnogo massiva (Pripolyarnyy Ural)* [Visean ammonoids from deposits of Big Nadot bioherm array (Nether-Polar Urals)]. Geologiya rifov. Proceedings of the International Meeting in the Komi Republic. Syktyvkar, 2005, p. 81-84.

Newell, N.D. and Rigby, J.K. Geological studies on the Great Bahama Bank. In: R.J. Le Blanc and J.G. Breeding (Editors), Regional Aspects of Carbonate Deposition. Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publ., 1957, 5, p. 15-72.

Sealey N. Bahamian Landscapes. 3rd edition. Nassau, Bahamas : Media Pub., 2006.

Shishkin M.A. *Geologiya zony sochleneniya Eletskikh i lemvinskikh fatsiy na zapadnom sklone Polyarnogo Urala* [Geology of the junction zone of Elets and Lemvin facies on the western

slope of the Polar Urals]. – Synopsis of the dissertation for the degree of Candidate of Geological and Mineralogical Sciences. Syktyvkar, 2003, 20 p.

Skompski S., Paszkowski M., Krobicki M., Kokovin K., Korn D., Tomas A. & Wrzolek T. Depositional setting of the Devonian/Carboniferous biohermal Bol'shaya Nadota Carbonate Complex, Subpolar Urals. *Acta Geologica Polonica*, 2001, vol. 51, no. 3, p. 217-235.

Sobolev D.B., Zhuravlev A.V., Karmanov R.S., Gruzdev D.A. *Novye dannye o geologicheskom stroenii rayona Bol'shenadotinskogo rifa (Pripolyarnyy Ural)* [New data on the geological structure of the Big Nadot reef area (Nether-Polar Urals)]. *Vestnik. Sykt.: Geoprint*, 2000, no. 8 (68), p. 6-7.

Sobolev D.B., Zhuravlev A.V., Tsyganko V.S. Stop 8. Upper Devonian-Lower Carboniferous succession on the Kozhym River. Subpolar Urals Field Trip Guidebook. Suppl. Spec. Publ. 6. *Ichtyolith Issues*, 2000, p. 101-111.

Voynovskiy-Kruger K.G. *Dva kompleksa paleozoya na zapadnom sklone Polyarnogo Urala* [Two Paleozoic complexes on the western slope of the Polar Urals]. *Sovetskaya geologiya*, 1945, no.6, p. 27-44.

Zhukova T.V. *Rol' mikropaleontologicheskikh i litologo-petrograficheskikh issledovaniy pri raschlenenii i korrelyatsii raznofatsial'nykh tolshch devona i karbona v razreze skvazhiny I-Yun'yakhinskaya* [Role of micropaleontological, lithological and petrographic studies in the correlation of different facies Devonian and Carboniferous strata in well Yunyahinskaya-1]. All-Russian meeting lithological "Reefs and carbonate pseudo-phytoliths ". Syktyvkar: Geoprint, 2010, p. 64-66.

Zhuravlev A.V. *Biostratigraficheskiy analiz konodontovykh kompleksov verkhney chasti ust'parnokskoy tolshchi (famen-turne) Polyarnogo Urala* [Biostratigraphic analysis of conodont systems in the upper part of ust'parnok strata (Famennian- Tournaisian), Polar Urals]. *Byulleten' MOIP. Otd. geol.*, 2010, vol. 85, issue 4, p. 28-34.

Zhuravlev A.V. *Konodonty verkhnego devona – nizhnego karbona severo-vostoka Evropeyskoy Rossii* [Conodonts of the Upper Devonian - Lower Carboniferous northeast European Russia]. Saint Petersburg: VSEGEI, 2003, 85 p.

Zhuravlev A.V. *Tafonomiya konodontovykh elementov v pozndevonsko-rannekamennougol'nykh turbiditakh severa Urala i Pay-Khoya* [Taphonomy of conodont elements in the Late Devonian-Early Carboniferous turbidites of the northern Urals and Pai-Khoi]. *Litosfera*, 2012, no. 3, p. 14-21.

Zhuravlev A.V. Upper Givetian and Lower Frasnian conodonts from the “Olysia” Reef (Subpolar Urals). *Geology of the Devonian System*. Syktyvkar, 2002, p. 161-163.