

УДК 551.734.022.4:552.58(470.111)

Жерлыгин А.Л.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (ФГУП «ВНИГРИ»), «Санкт-Петербургский государственный горный университет» (СПГГУ), Санкт-Петербург, Россия, artem@zherlygin.spb.ru

Шишлов С.Б.

«Санкт-Петербургский государственный горный университет» (СПГГУ), Санкт-Петербург, Россия, sshishlov@mail.ru

Журавлев А.В., Вевель Я.А.

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

СТРОЕНИЕ И ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КАРА-СИЛОВОЯХСКОГО ДЕВОНСКОГО ОРГАНОГЕННОГО МАССИВА (ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ ПАЙ-ХОЙ)

Приведены новые данные о размерах, форме, составе и особенностях строения девонского органогенного массива в междуречье Кара - Силова-Яха юго-восточного Пай-Хоя. Дана интерпретация этих признаков и основанная на ней реконструкция истории формирования этого геологического тела, увязанная с трансгрессивно-регрессивными этапами эволюции палеобассейна. Результаты исследования могут быть использованы при выполнении геологического картирования и при анализе керна из скважин Предуральского прогиба, где с обломочными шлейфами подобных органогенных построек связаны резервуары, перспективные на углеводороды.

***Ключевые слова:** Пай-Хой, девон, конодонты, органогенный массив, литология, литотипы, история формирования, морфолитостратиграфическое подразделение.*

Сведения о широком распространении девонских водорослевых известняков в междуречье Кара – Силова-Яха были собраны А.С. Микляевым (1979), А.И. Першиной и В.С. Цыганко (1980), которые установили их в естественных обнажениях реки Силова-Яха, ручьев Сизимьюнкошор, Хальмершор, Утка-Тывис и Лестьтаимшор (рис. 1). Вместе с тем, до настоящего времени в литературе отсутствовала информация о размерах, форме, особенностях строения и истории формирования этого органогенного геологического тела, хотя оно имеет существенное значение как для геологического картирования территории юго-восточного Пай-Хоя, так и для прогнозной оценки нефтегазоносности Предуральского прогиба, в пределах которого обломочные шлейфы подобных органогенных построек образуют резервуары углеводородов.

Настоящая статья призвана заполнить этот пробел. Ее основой являются материалы, собранные в рамках ГДП-200 на территории листа R-41-XXXV, XXXVI при изучении девонских разрезов в каньоне ручья Сизимьюнкошор и в среднем течении р. Кара. Кроме

того, в работе использованы описания разрезов, которые приведены в отчете А.С. Микляева о «Геологической съемке масштаба 1:50 000 на листах R-41-129-Б (а, б); R-41-130-А (в, г), Б (в, г), В, Г; R-41-131-В. Г: R-41-143-а, б, В, Г (Рошинская ГПСП, 1974-1978 гг.) поисковых работ на флюорит в бассейнах рек Силова-Яха и Сибирчата-Яха» 1979 года (рис. 1).

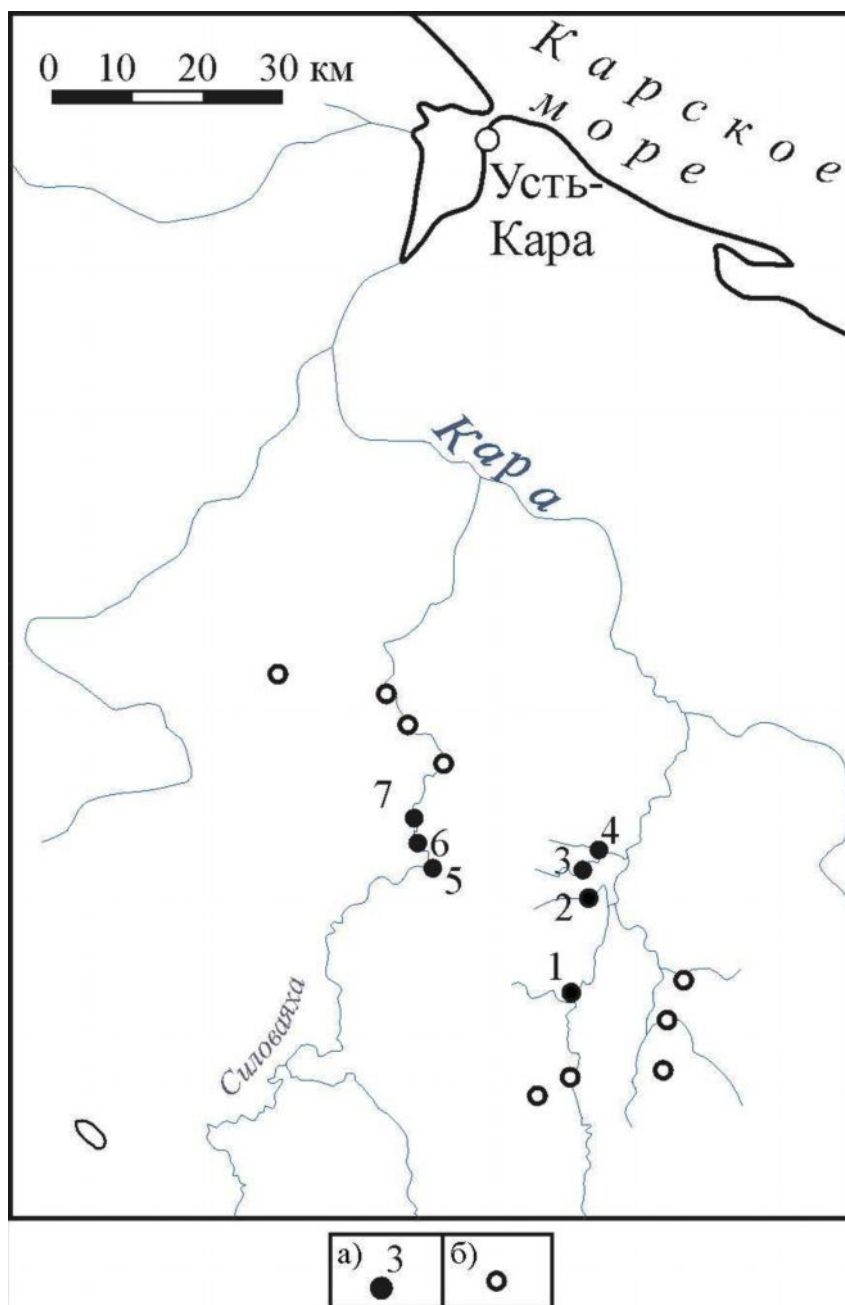


Рис. 1. Схема расположения разрезов девонских органогенных известняков

а – разрезы девона с органогенными известняками и их номера: 1 - среднее течение р. Кара, 2 - ручей Сизимъюнкошор, 3 - ручей Утка-Тывис (Микляев, 1979), 4 - ручей Лестьтаимшиор (Микляев, 1979), 5 - р. Силова-Яха, обнажение 5145 (Микляев, 1979), 6 - р. Силова-Яха, обнажение 5130 (Микляев, 1979), 7 - р. Силова-Яха, обнажение 5130 (Микляев, 1979); *б* – разрезы девона без органогенных известняков.

В обнажениях ручья Сизимьюнкошор представлен полный разрез органогенного массива (рис. 2). В его основании установлена конодонтовая ассоциация *Ozarkodina remscheidensis* (Ziegler), *Ozarkodina steinchornensis* (Ziegler), *Panderodus unicostatus* (Branson et Mehl), которая, скорее всего, отвечает возрастному диапазону от пржидольского века позднего силура до лохковского века раннего девона. Нижняя часть органогенной постройки (слой 2) охарактеризована крайне бедным комплексом конодонтов с *Belodella triangularis* (Stauffer) и *Panderodus unicostatus* (Branson et Mehl). В прикровельной части органогенной постройки найдены конодонты, соответствующие верхней части зоны *Polygnathus varcus* живетского яруса (*Icriodus brevis* Ziegler et Klapper, *Polygnathus* aff. *Polygnathus dubius* Hinde, *Pandorinellina* sp., *Polygnathus linguiformis* Hinde, *Polygnathus varcus* Stauffer, *Polygnathus xylus* Stauffer), а в самых низах седиментогенной толщи, перекрывающей водорослевые известняки, обнаружена конодонтовая ассоциация раннего франа (*Belodella* sp., *Icriodus brevis* Ziegler et Klapper, *Polygnathus alatus* Huddle, *Polygnathus decorosus* Stauffer, *Polygnathus xylus* Stauffer) [Журавлев, 2008]. Таким образом, возрастной интервал формирования органогенных известняков в разрезе, составленном по ручью Сизимьюнкошор, охватывает ранний и средний девон.

В обнажении на р. Кара (рис. 3) переходный интервал от органогенных известняков к седиментогенным образованиям содержит конодонтовые комплексы эмского и эйфельского ярусов. В самой верхней части постройки установлены конодонты *Panderodus semicostatus* (Branson et Mehl), *Ozarkodina steinhornensis buchansensis* (Philip) и *Belodella resima* (Philip), характерные для верхней части эмского яруса. В перекрывающих отложениях найдены среднедевонские конодонты группы *Polygnathus linguiformis linguiformis*. Таким образом, в этом разрезе формирование органогенных известняков завершилось в конце эмского – начале эйфельского века.

Материалы, полученные при описании разрезов по ручью Сизимьюнкошор и в среднем течение р. Кара, пополненные благодаря изучению отобранных здесь шлифов, позволили по устойчивым сочетаниям первичных признаков пород выделить 10 литологических типов пород. Генетическая интерпретация их особенностей и вертикальных последовательностей стала основой создания идеализированной схемы строения Кара-Силовоыхского органогенного массива (рис. 4).

Литотип 1 – байндстоун строматолитоморфный водорослевый (рис. 5). Известняк спаритовый светло-серый, с крустификационной текстурой, которую намечают тонкие (до 2 мм) прослои известняка микритового серого.

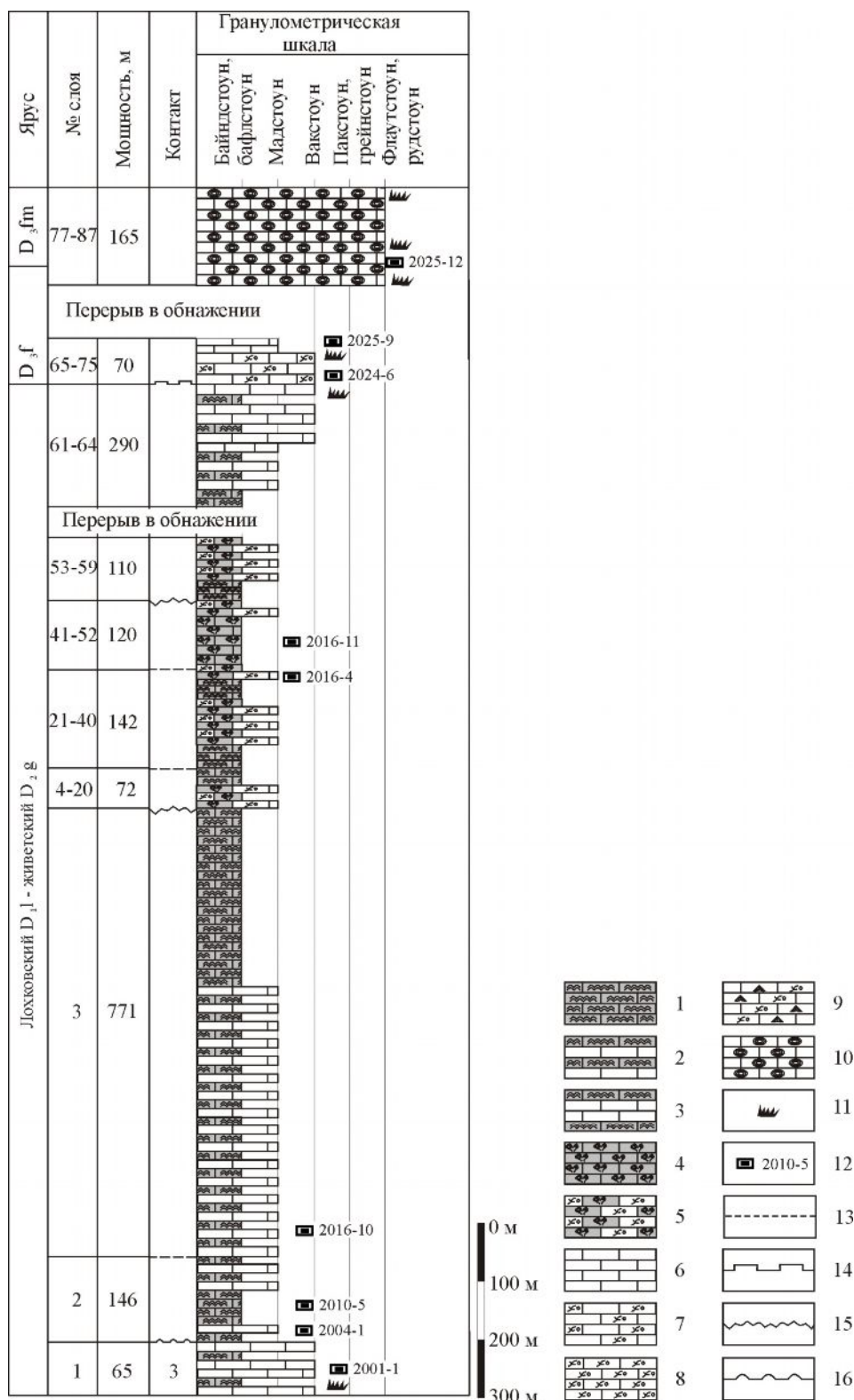


Рис. 2. Разрез Кара-Силовоыхского органогенного массива ручья Сизимьюнкошор

1 - байндстоун строматолитоморфный водорослевый; 2-байндстоун водорослевый с маломощными прослоями заполнителя; 3 - байндстоун водорослевый с мощными прослоями заполнителя; 4 - бафлстоун амфипоровый; 5 - бафлстоун амфипоровый с заполнителем; 6 – мадстоун; 7 - вакстоун детритовый; 8 - пакстоун детритовый; 9 - флаутстоун детритовый; 10 - рудстоун интракластово-оолитовый; 11 – уровни находок конодонтов; 12 – места отбора шлифов и их номера; 13-16 межслоевые поверхности: 13 - неотчетливая, 14 - неровная с просадками, 15 - неровная, 16 - бугристая.

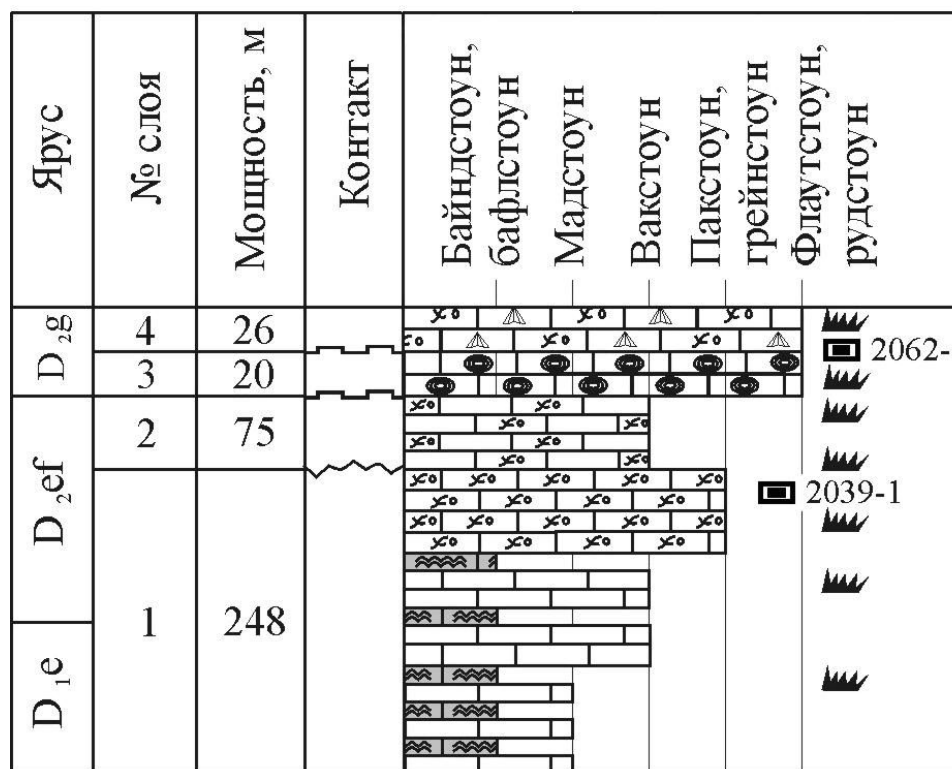


Рис. 3. Разрез Кара-Силовояхского органогенного массива в среднем течении р. Кара
Условные обозначения см. на рис. 2.

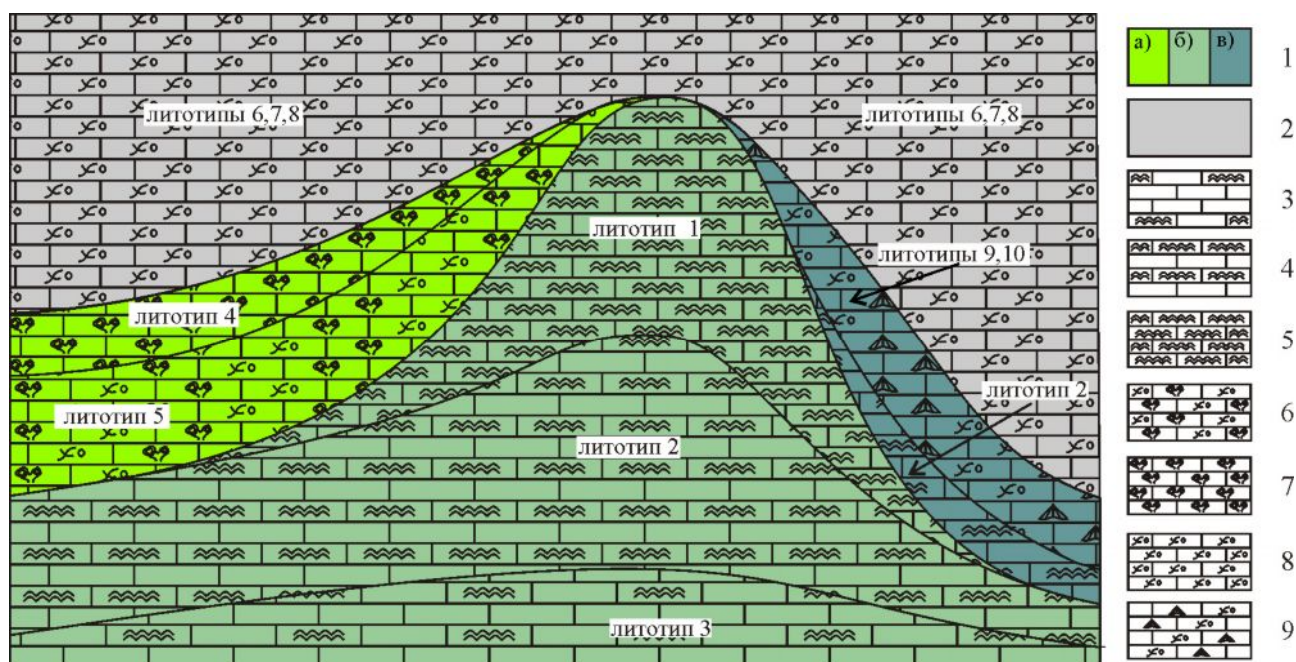


Рис. 4. Схема строения Кара-Силовояхского органогенного массива

1 – органогенный массив (а – тыловая часть, б – основание и центральная часть, в – фронтальный склон); 2 – седиментогенные отложения, перекрывающие органогенный массив; 3-9 – породы: 3 – байндстоун водорослевый с мощными прослоями заполнителя, 4 – байндстоун водорослевый с маломощными прослоями заполнителя, 5 – байндстоун строматолитоморфный водорослевый, 6 – бафлстоун амфипоровый, 7 – бафлстоун амфипоровый с заполнителем 8 – мадстоун, вакстоун и пакстоун детритовые, 9 – флаутстоун брахиоподовый и рудстоун интракластово-оолитовый.

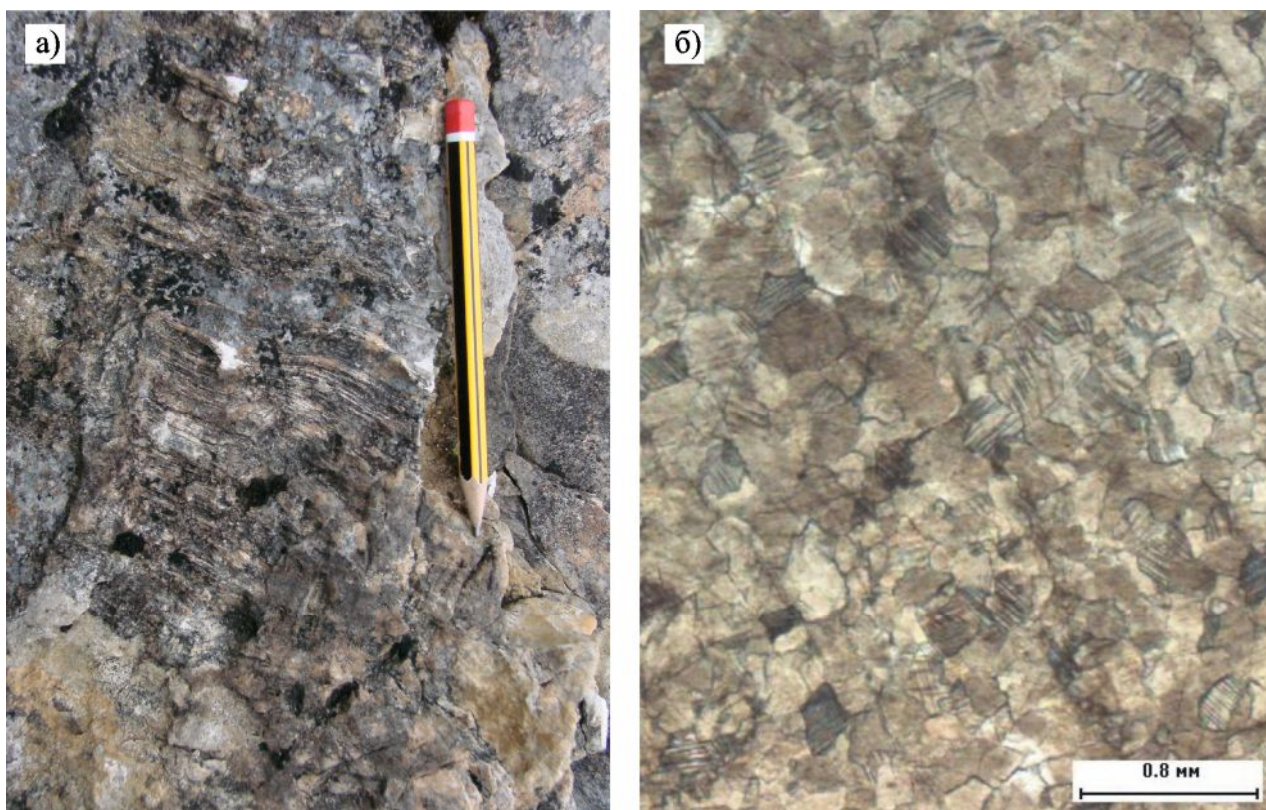


Рис. 5. Байндстоун строматолитоморфный водорослевый

Слой 2 разреза ручья Сизимъюнкошор (см. рис. 2): а - в естественном обнажении, т.н. 2010; б - в шлифе № 2010-5, увел. 2,5, с анализатором.*

Вероятно, накопление вещества происходило в центральной части органогенной постройки (см. рис. 4) за счет интенсивного, но неравномерного нарастания водорослево-микробиальных пленок в фотической зоне морского бассейна.

Литотип 2 – байндстоун водорослевый с маломощными прослоями заполнителя (рис. 6). Известняк с полосчатой крустификационной текстурой, намечаемой тонким (0,5-5 мм) чередованием слоев спарита светло-серого (преобладает) и микрита темно-серого глинистого.

Такие породы образуют основание массива и его фронтальную часть (см. рис. 4). Их особенности, очевидно, связаны с тем, что формирование водорослево-микробиальных пленок (слойки спарита) в фотической зоне иногда прерывалось накоплением карбонатного ила (слойки микрита) в условиях низкой гидродинамики.

Литотип 3 – байндстоун водорослевый с мощными прослоями заполнителя (рис. 7). Известняк плитчатый микритовый глинистый серый с редким детритом криноидей и брахиопод. Изменения интенсивности окраски намечают текстуру взмучивания. Присутствуют тонкие (до 1 см) линзовидные слои спарита, которые часто оборваны или подвернуты.

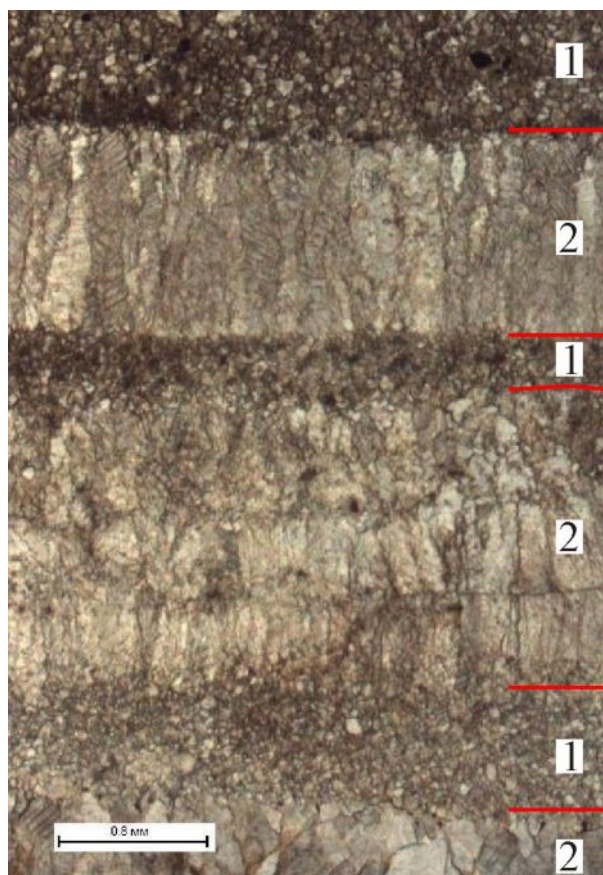


Рис. 6. Байндстоун водорослевый с маломощными прослоями заполнителя – тонкое (0,5-1 мм) чередование слойков спарита (2) и микрита (1)
Слой 2 разреза ручья Сизимъюнкошор (см. рис. 2), шлиф №2004-1, увел. 1,25*, с анализатором.

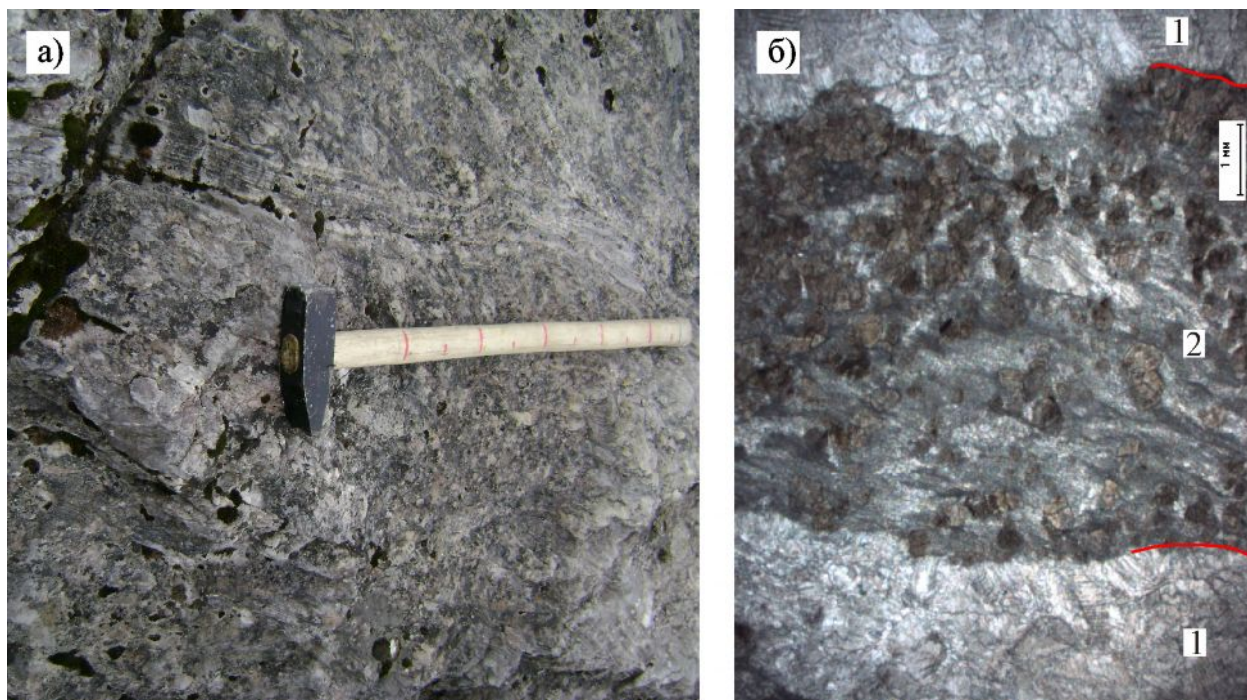


Рис. 7. Байндстоун водорослевый с мощными прослоями заполнителя
Слой 1 разреза ручья Сизимъюнкошор (см. рис. 2): а - в естественном обнажении, т.н. 2001; б - в шлифе № 2001-1, увел. 2,5*, с анализатором: микрит доломитизированный глинистый серый (2) и тонкие (до 1 см) неправильнолинзовидные прослои карбоната спаритового светло-серого (1).

Вероятно, накопление карбонатного ила в условиях умеренной гидродинамики изредка прерывалось формированием водорослево-микробиальных пленок в фотической зоне. При осаждении новых порций ила погребенные органогенные карбонатные корки ломались и деформировались. Очевидно, такие осадки накапливались на начальной фазе формирования органогенной постройки (см. рис. 4).

Литотип 4 – бафлстоун амфипоровый (рис. 8). Известняк серый с «бахромчатой» текстурой, образованный остатками ветвистых строматопороидей *Amphipora ramosa* Phillips, сложенных спаритом. Их внутреннюю структуру и очертания намечает микритовый серый и темно-серый глинистый кальцит, который образует пленки и заполняет поры.

Можно предположить, что накопление вещества этих известняков происходило в результате жизнедеятельности плотных зарослей ветвистых амфипор в условиях низкодинамичного мелководья тыловой части постройки (см. рис. 4).

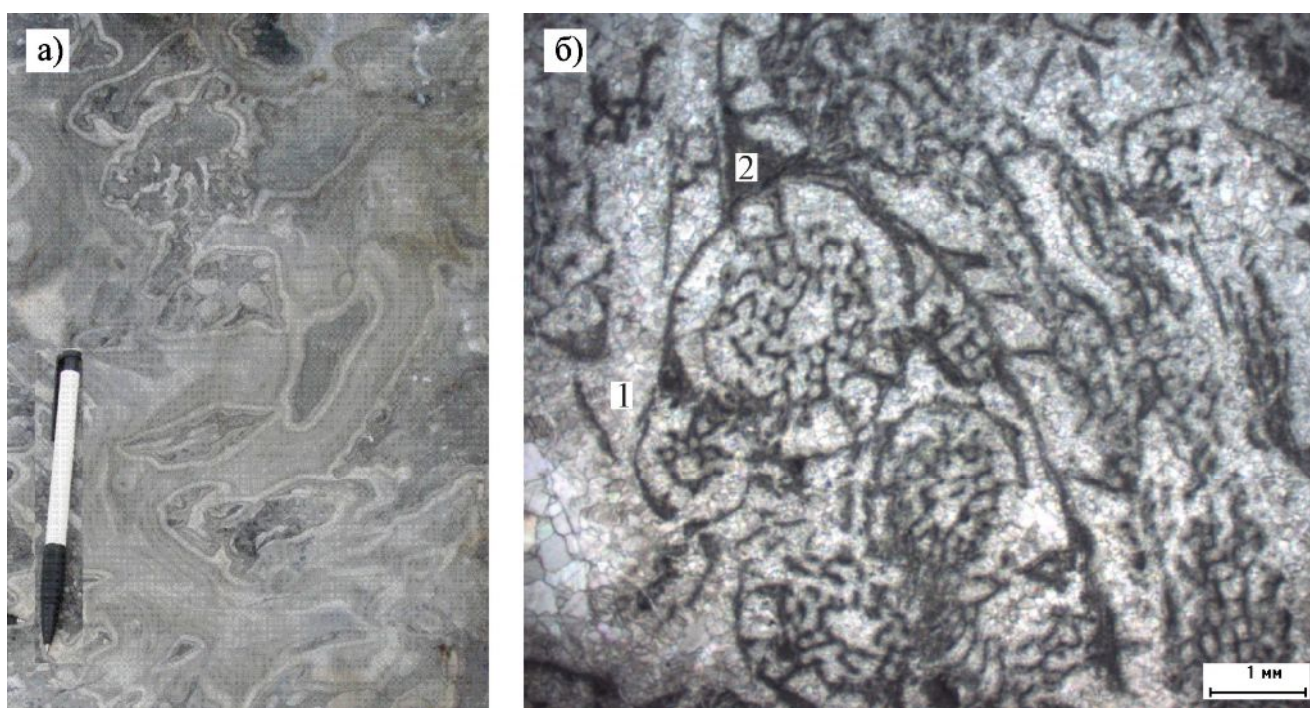


Рис. 8. Бафлстоун амфипоровый

Слой 42 разреза ручья Сизимъюнкошор (см. рис. 2): а – в естественном обнажении, т.н. 2016; б – в шлифе № 2016-11, увел. 2,5*, с анализатором: ветвистые строматопороидеи *Amphipora ramosa* Phillips (1), внутреннюю структуру и очертания которых намечает микритовый глинистый серый и темно-серый кальцит (2).

Литотип 5 – бафлстоун амфипоровый с заполнителем (рис. 9). Известняк темно-серый с бахромчатой текстурой (рис. 9а), намечаемой выполненными спаритом остатками *Amphipora ramosa* (рис. 9б). В промежутках между строматопороидеями – карбонат микритовый глинистый массивный с редким рассеянным детритом брахиопод.

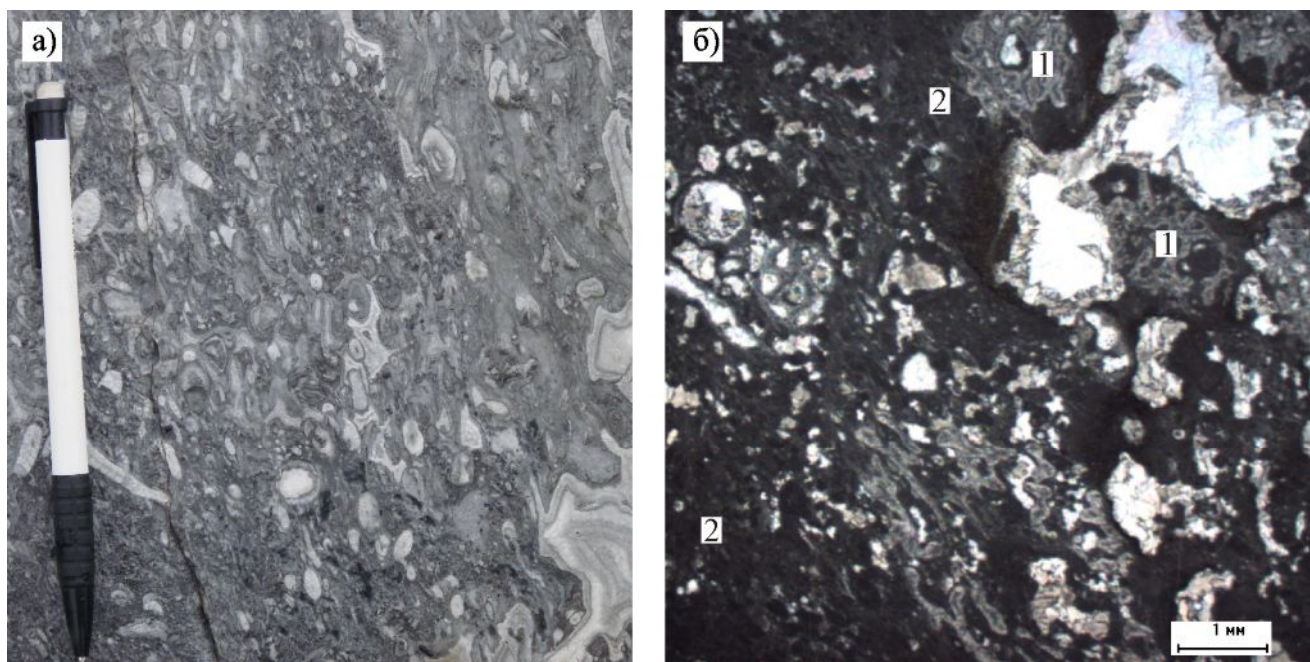


Рис. 9. Бафлстоун амфиоровый с заполнителем

Слой 40 разреза ручья Сизимъюнкошор (см. рис. 2): а – в естественном обнажении; б – в шлифе № 2016-4, увел. 2,5*, с анализатором: ветвистые строматопоридеи *Amphipora ramosa* Phillips (1) в тонко-мелкокристаллическом кальцитовом глинистом цементе темно-серого цвета порового и базального типов (2).

По-видимому, карбонатный ил улавливался и осаждался между веточками амфиор в умереннодинамичной тыловой части массива (см. рис. 4).

Литотип 6 – мадстоун (рис. 10). Известняк темно-серый микритовый глинистый горизонтальнослоистый с тонким редким рассеянным детритом морской фауны.

Эти породы, залегающие стратиграфически выше биогенных известняков (см. рис. 4), накапливались в застойной глубоководной зоне и, вероятно, маркируют максимум подъема уровня моря в палеобассейне.

Литотип 7 – вакстоун детритовый (рис. 11). Известняк микритовый серый с мелким рассеянным неориентированным детритом брахиопод и неотчетливой тонкоплитчатой текстурой.

Породы этого типа залегают на кровле органогенного массива и, очевидно, маркируют этап ускоренного подъема уровня моря, который привел к тому, что биогенная постройка оказалась ниже границы фотической зоны, ее рост прекратился, и она в условиях умеренной гидродинамики была погребена пелитовыми осадками (см. рис. 4).



Рис. 10. Мадстоун

Слой 73 разреза ручья Сизимъюнкошор (см. рис. 2): а – в естественном обнажении; б – в шлифе №2025-9, увел. 2,5*, с анализатором: микрит темно-серый глинистый с тонким редким рассеянным детритом морской фауны.

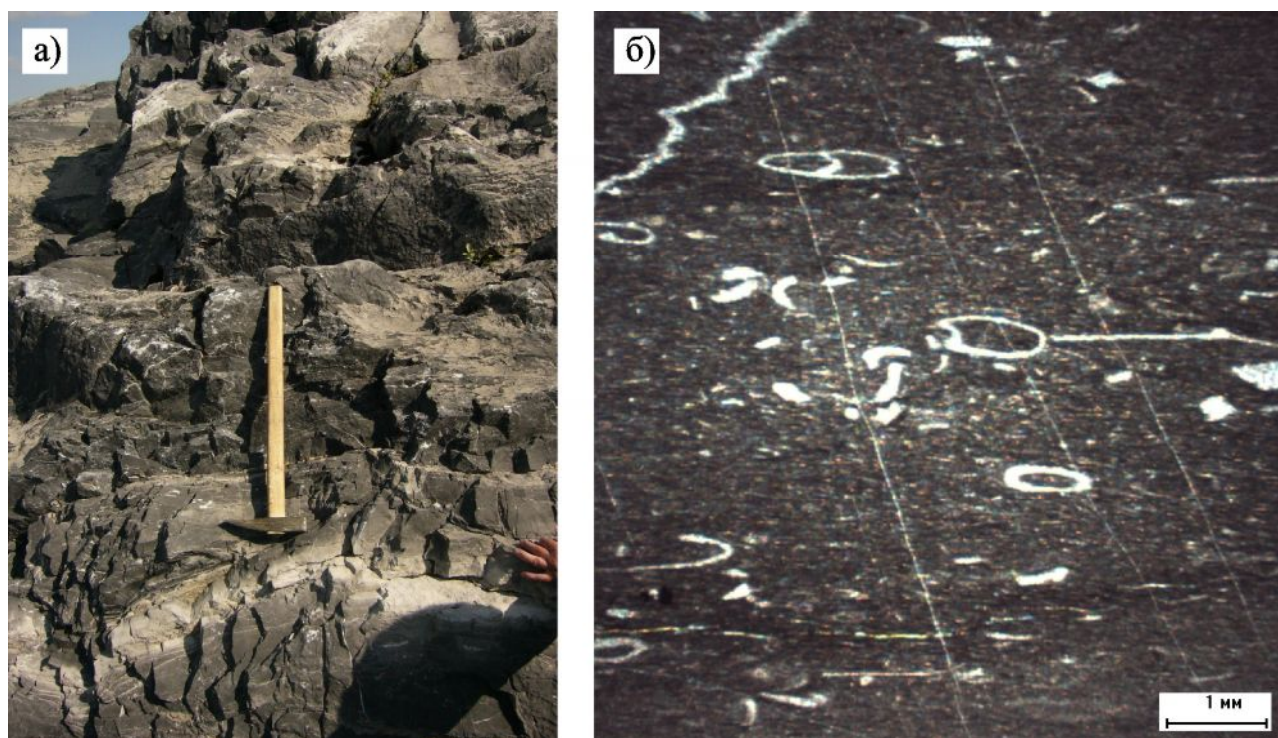


Рис. 11. Вакстоун детритовый

Слой 65 разреза ручья Сизимъюнкошор (см. рис. 2): а – в естественном обнажении; б – в шлифе №2025-6, увел. 2,5*, с анализатором: микрит темно-серый глинистый с мелким рассеянным детритом морской фауны.

Литотип 8 – пакстоун детритовый (рис. 12). Известняк светло-серый плитчатый с микритовым цементом порового и базального типов, состоящий на 40-60% из мелкого детрита морской фауны.

Породы этого типа, перекрывающие фронтальную часть органогенной постройки (см. рис. 4), очевидно, формировались в зоне слабого волнового воздействия.

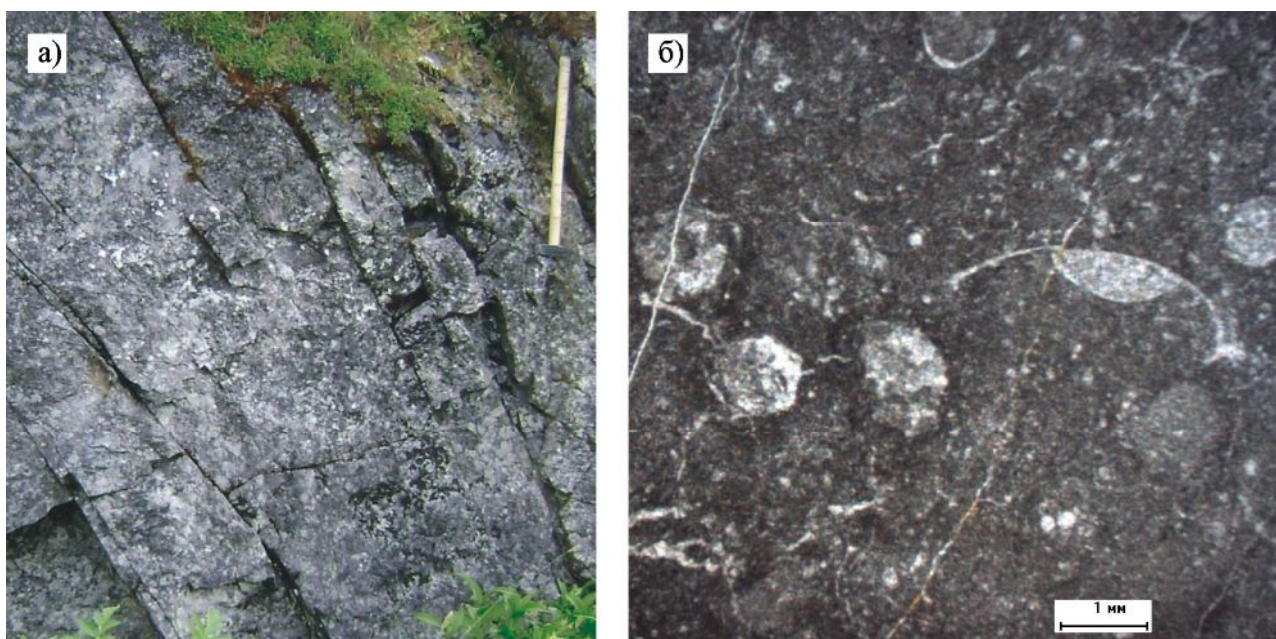


Рис. 12. Пакстоун детритовый

Слой 1 разреза в среднем течении р. Кара (см. рис. 3): а – в естественном обнажении; б – в шлифе №2039-1, увел. 2,5, с анализатором: детрит морской фауны (до 1-2 мм) в микритовом глинистом цементе базального типа.*

Литотип 9 – флаутстоун детритовый (рис. 13). Известняк светло-серый с микритовым цементом порового и базального типов, на 40-60% состоящий из крупного детрита морской фауны, ориентировка которых намечает текстуру течения.

По-видимому, осадок формировался у подножья фронтального склона органогенной постройки (см. рис. 4) из вещества, мобилизованного штормами на мелководье.

Литотип 10 – Рудстоун интракластово-оолитовый (рис. 14). Известняк светло-серый, сложенный оолитами диаметром от 1 до 3 мм и фрагментами (0,5-2 см) известняка микритового темно-серого глинистого, промежутки между которыми заполнены спаритом. Сокращение размеров форменных элементов снизу вверх намечает градационную текстуру.

Породы этого типа, вероятно, формировались ниже базы волнений у подножья фронтального склона органогенной постройки (см. рис. 4) из вещества, мобилизованного штормами на мелководье.

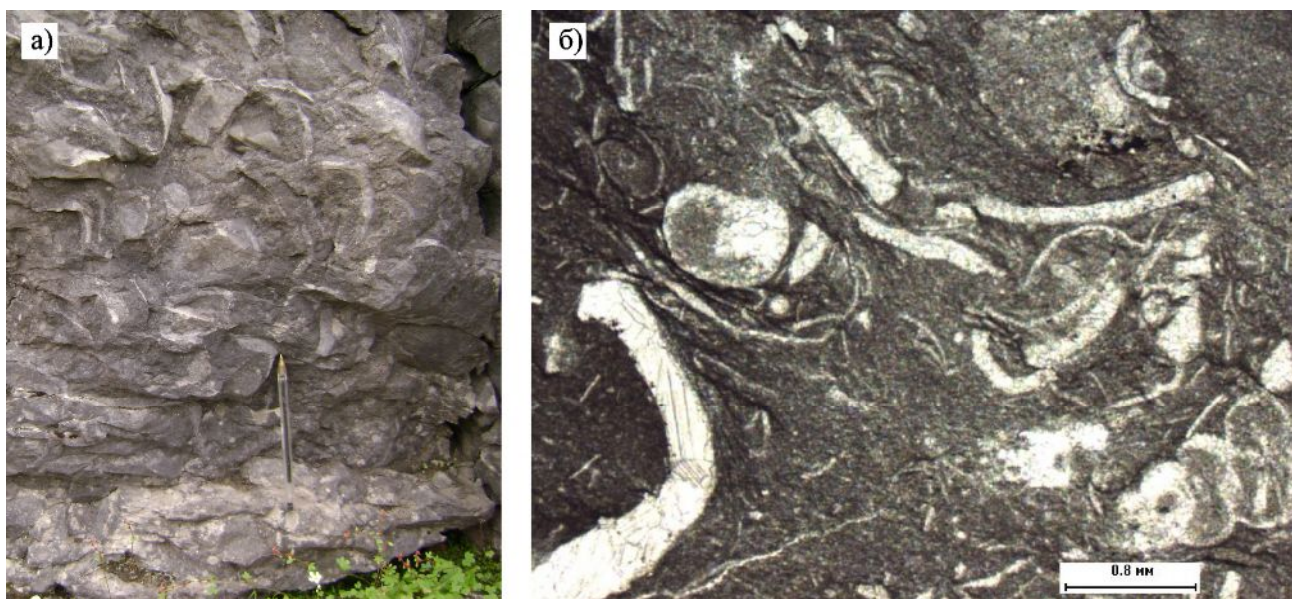


Рис. 13. Флаутстоун детритовый

Слой 4 разреза в среднем течении р. Кара (см. рис. 3): а – в естественном обнажении; б – в шлифе №2062-1, увел. 1,5*, с анализатором: крупный детрит морской фауны (более 2 мм) в микритовом цементе базального типа.

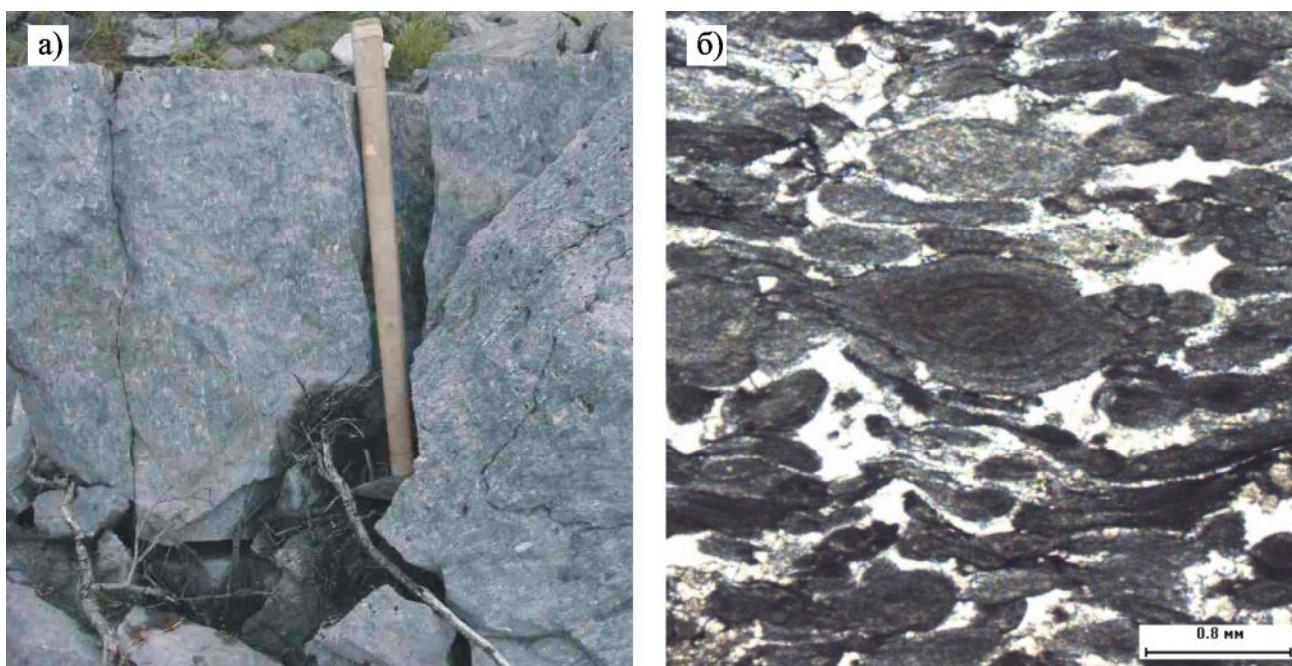


Рис. 14. Рудстоун интракластово-оолитовый

Слой 78 разреза ручья Сизимъюнкошор (см. рис. 2): а – в естественном обнажении; б – в шлифе №2025-12, увел. 1,25*, с анализатором: темно-серые уплотненные оолиты (до 1 мм), сложенные микритовым карбонатом в светлом спаритовом цементе порового типа.

Представленная выше литолого-генетическая типизация позволила унифицировать характеристики рассматриваемых разрезов, и, используя модель строения органогенного массива (см. рис. 4), построить для каждого из них кривую колебания уровня моря.

Установленные при этом трансгрессивно-регрессивные циклы седиментации стали основой корреляции частных разрезов, которая представлена на рис. 15.

Полученные результаты позволяют реконструировать историю формирования Кара-Силовыхского органогенного массива.

Породы, накапливавшиеся на начальном этапе формирования органогенной постройки, установлены только в разрезе ручья Сизимъюнкошор.

Собранные здесь материалы позволяют считать, что в начале локховского века в центральной части Кара-Силовской площади или дистальной части карбонатной платформы периодически заселяли известкывыделяющие водоросли и бактерии (литотип 3). Их массовому росту благоприятствовало низкое стояние уровня моря. В результате на максимуме регрессии в фотической зоне в районе ручья Сизимъюнкошор образовались водорослево-микробиальные холмы (литотип 1).

Можно предположить, что подъем уровня моря способствовал образованию единой органогенной постройки, высота и площадь которой постепенно увеличивались. При этом в районе ручья Сизимъюнкошор располагался фронтальный склон массива (литотип 2), а его центральная часть находилась западнее.

В середине пражского века, на максимуме трансгрессии эвстатического цикла Ia [Johnson, Klapper, Sandberg, 1985], площадь органогенной постройки увеличилась. Ее фронтальная часть располагалась в районе среднего течения р. Кара, где этот стратиграфический уровень образуют байндстоуны водорослевые с маломощными прослоями заполнителя (литотип 2). В это время в районе ручья Сизимъюнкошор находилась ее центральная часть, сложенная байндстоуном строматолитоморфным водорослевым (литотип 1).

Падение уровня моря в конце эмского века, отвечающее границе глобальных эвстатических циклов Ib и Ic [Johnson, Klapper, Sandberg, 1985], привело к увеличению размеров органогенной постройки (рис. 16), и ее площадь достигает максимума. Биогенные известняки (литотип 1) на этом стратиграфическом уровне присутствуют в разрезах р. Силова-Яха и ручья Утка-Тывис. В разрезе среднего течения р. Кара их возрастными аналогами являются детритово-интрокластовые известняки с градационной текстурой (литотипы 8-10). Это позволяет считать, что в непосредственной близости располагался фронтальный склон органогенной постройки. В ее волновой тени, в районе ручья Сизимъюнкошор, возникло низкодинамичное мелководье, заселенное ветвистыми колониями строматопоройдей (литотипы 4 и 5).

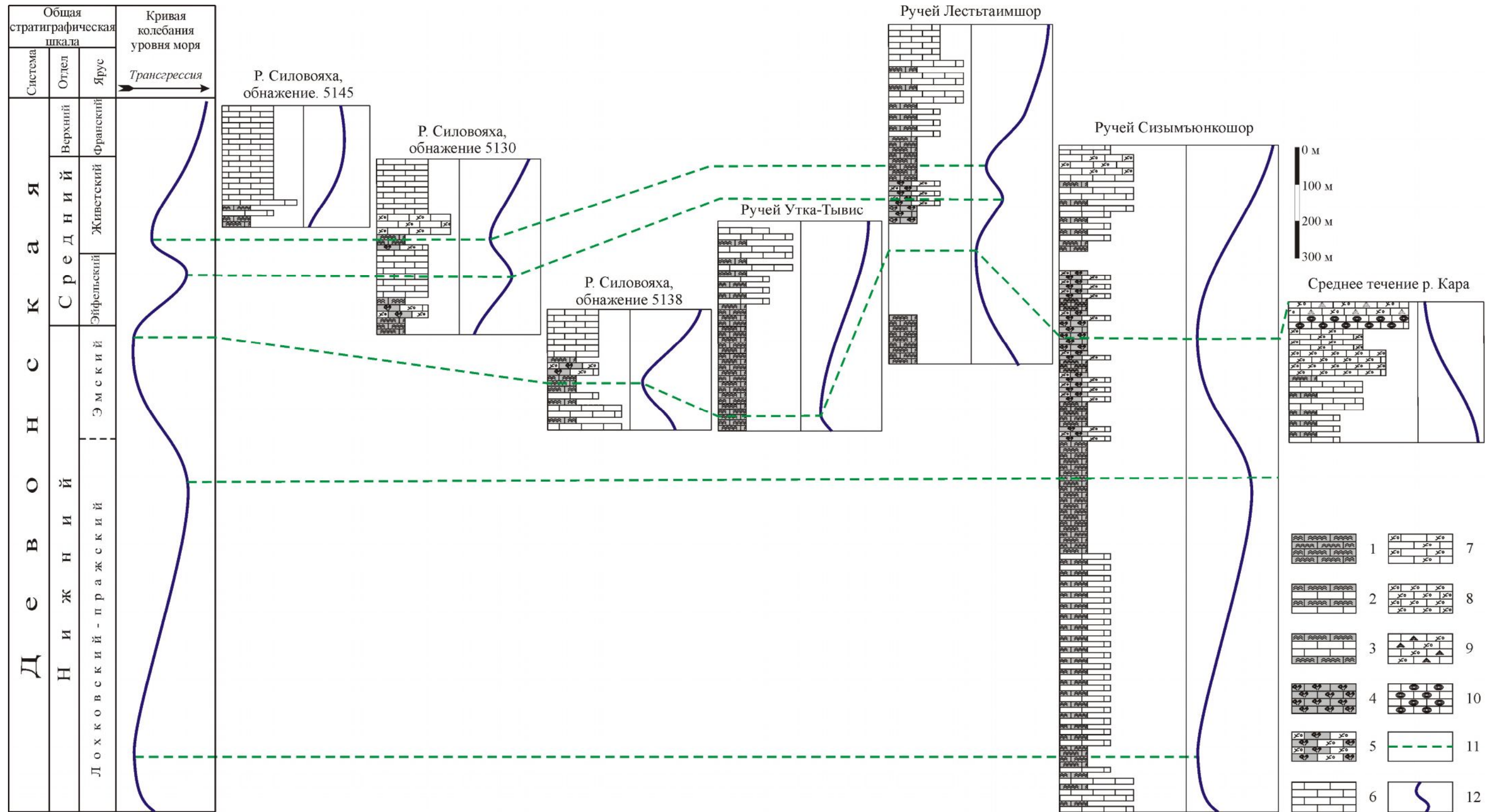


Рис. 15. Корреляция разрезов Кара-Силовояхского органогенного массива

1 - байндстоун строматолитоморфный водорослевый (литотип 1); 2-байндстоун водорослевый с маломощными прослоями заполнителя (литотип 2); 3 - байндстоун водорослевый с мощными прослоями заполнителя (литотип 3); 4 - бафлстоун амфиоровый (литотип 4); 5 - бафлстоун амфиоровый с заполнителем (литотип 5); 6 – мадстоун (литотип 6); 7 - вакстоун детритовый (литотип 7); 8 - пакстоун детритовый (литотип 8); 9 - флаутстоун детритовый (литотип 9); 10 - рудстоун интракластово-оолитовый (литотип 10); 11 – корреляционные линии; 12 – кривая колебания уровня моря.

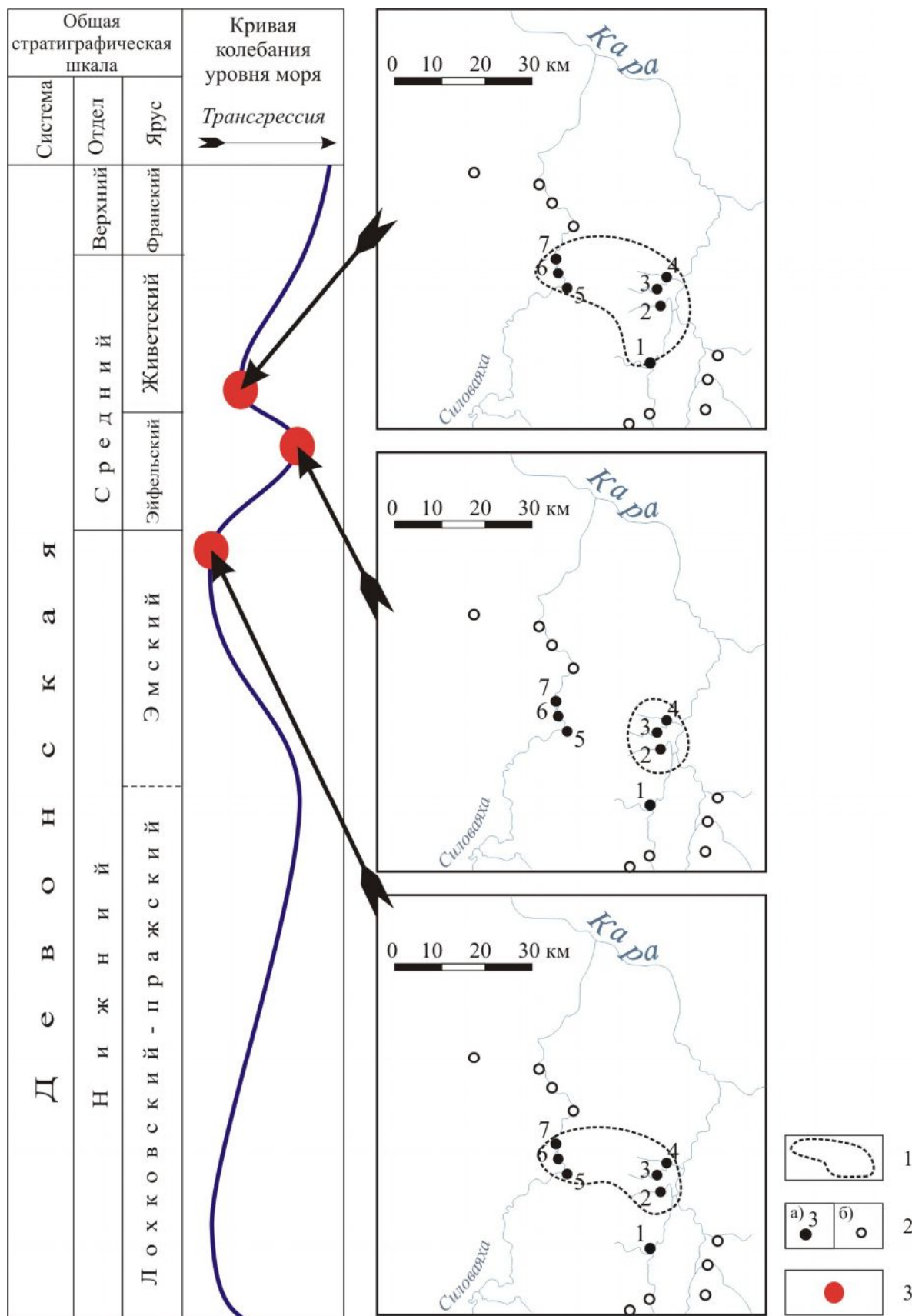


Рис. 16. Изменение контура Кара-Силовоухского органогенного массива

1 – внешняя граница органогенного массива; 2 – разрезы девона: а - с органогенными известняками и их номера (расшифровку номеров см. на рис. 1), б - без органогенных известняков; 3 – точка, отражающая хронологическую привязку схемы.

В течение эйфельской трансгрессии (эвстатические циклы Ic-Ie по Johnson, Klapper, Sandberg, 1985) площадь постройки сокращалась. На это указывает смена водорослевых известняков глубоководными мадстоунами (литотип 6), которая установлена в обнажениях 5130 и 5138 р. Силова-Яха. В результате на максимуме эйфельской трансгрессии водорослевые известняки (литотипы 1 и 5) фиксируются только в разрезах ручьев Утка-Тывис, Лестьяимшор и Сизимьюнкошор (см. рис. 16).

Падение уровня моря в конце эйфельского – начале живетского веков, соответствующее границе эвстатических циклов I и II [Johnson, Klapper, Sandberg, 1985], способствовало новому увеличению площади органогенного массива (см. рис. 16). На этом стратиграфическом уровне водорослевые известняки (литотип 1 и 5) установлены в разрезах р. Силова-Яха, ручьев Утка-Тывис, Лестьяимшор и Сизимьюнкошор.

Интенсивный подъем уровня моря в конце живетского - начале франского века (трансгрессивная фаза глобального эвстатического цикла II по Johnson, Klapper, Sandberg, 1985) привел к тому, что кровля Кара-Силовояхского органогенного массива оказалась ниже границы фотической зоны и была перекрыта глубоководными карбонатными илами (литотипы 7, 6).

Это событие зафиксировано в обнажении 5145 р. Силова-Яха и разрезах ручьев Сизимьюнкошор и Лестьяимшор.

Вероятно, таким образом, в течение раннего и среднего девона образовалось гигантское органогенное геологическое тело мощностью до 1700 м, которое в междуречье Кара – Силова-Яха занимает площадь не менее 400 км².

Согласно требованиям стратиграфического кодекса России [Стратиграфический кодекс, 2006] это тело должно быть выделено в особое морфолитостратиграфическое подразделение – Кара-Силовояхский органогенный массив и изображаться на геологической карте масштаба 1:200000.

Построенная на основе детального изучения естественных обнажений модель строения органогенных массивов нижнего-среднего девона составляет основу для анализа кернового материала из скважин Предуральского прогиба, где с обломочными шлейфами подобных органогенных массивов связаны резервуары, перспективные на углеводороды.

Литература

Журавлев А.В. Стратиграфическая характеристика верхнедевонских отложений среднего течения р. Кары (ЮЗ Пай-Хой) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2008. - Т.3. - №4. - http://www.ngtp.ru/rub/2/48_2008.pdf.

Першина А.И., Цыганко В.С. Новые данные по стратиграфии силурийских и девонских отложений юго-восточного окончания Пай-Хоя // *Фанерозой Севера европейской части СССР*. - Сыктывкар, 1980. - С. 3-19.

Стратиграфический кодекс России. - 3-е изд. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. - 95 с.

Johnson J.G., Klapper G., Sandberg C.A. Devonian eustatic fluctuations in Euroamerica // *Geological Society of America Bulletin* 96, 1985. - P. 567-587.

Рецензент: Михайлова Елена Дмитриевна, доктор геолого-минералогических наук, профессор.

Zherlygin A.L.

All Russia petroleum research exploration institute (VNIGRI), «Saint-Petersburg State Mining University», Saint-Petersburg, Russia, artem@zherlygin.spb.ru

Shishlov S.B.

«Saint-Petersburg State Mining University», Saint-Petersburg, Russia, sshishlov@mail.ru

Zhuravlev A.V., Vevel Ya.A.

All Russia petroleum research exploration institute (VNIGRI), Saint-Petersburg, Russia, micropalaeontology@gmail.com

STRUCTURE AND GENESIS HISTORY OF KARA-SILOVOYAHSKY DEVONIAN ORGANOGENIC COMPLEX (SOUTHEASTERN PAI-KHOI)

New data about the size, shape, composition and structural features of the Devonian organogenic complex (Kara Silova-Yakha interfluve, southeastern Pai-Khoi) are presented. The interpretation of these features is related together with reconstruction of genesis history of this organogenic complex, under the influence of the transgressive-regressive phases of the paleobasin evolution. The study results can be used in geological mapping and in core analysis of wells of the Pre-Urals Trough, where prospective hydrocarbon reservoirs are related to the brecciated aprons, produced by crushing and fracturing of such organogenic structures.

Key words: *Pai-Khoi, the Devonian period, conodonts, organogenic complex, lithotypes, genesis history, morpho-litho-stratigraphic unit.*

References

Žuravlev A.V. Stratigrafičeskaâ harakteristika verhnedevoevskih otloženij srednego tečeniâ r. Kary (ŪZ Paj-Hoj) // Neftegazovaâ geologiâ. Teoriâ i praktika. – 2008. - T3. - #4. - http://www.ngtp.ru/rub/2/48_2008.pdf.

Peršina A.I., Cyganko V.S. Novye dannye po stratigrafii silurijskih i devonskih otloženij űgo-vostočnogo okončaniâ Paj-Hoâ // Fanerozoj Severa evropejskoj časti SSSR. - Syktyvkar, 1980. - S. 3-19.

Stratigrafičeskij kodeks Rossii. - 3-e izd. – SPb.: VSEGEI, 2006. - 95 s.

Johnson J.G., Klapper G., Sandberg C.A. Devonian eustatic fluctuations in Euroamerica // Geological Society of America Bulletin 96, 1985. - P. 567-587.