

С. Ю. Енгальчев

НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ ИХНОТЕКСТУРАХ ИЗ ПЕСЧАНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ГЛАВНОГО ДЕВОНСКОГО ПОЛЯ

Следы жизнедеятельности животных широко распространены в разнофациальных отложениях водного и наземного генезиса. Особенно часто они встречаются в морских осадочных образованиях. В результате преобразующей деятельности организмов исходные породы приобретают особую *ихнитолитовую (ихнитовую) текстуру*, или, как ее еще называют, текстуру биотурбации [1]. Те из них, которые имеют определенную распознаваемую форму (ходы и норы роющих животных), называются *ихнофоссилиями*.

На северо-западе Русской плиты широко развиты девонские отложения, слагающие так называемое Главное девонское поле. В их составе ведущая роль принадлежит глинисто-песчаным и глинисто-карбонатным образованиям. В XX в. Р. Ф. Геккером и другими исследователями [2–5] было описано значительное количество ихнофоссилий из девонских отложений Главного поля. Основное внимание было уделено ихнофоссилиям, развитым в карбонатных и глинисто-карбонатных отложениях верхнего девона, в то время как текстуры биотурбации из песчаных и алевро-песчаных уровней разреза изучены недостаточно полно.

Цель настоящей работы — не только морфологическое описание ихнитовых (ихно) текстур и ихнофоссилий, обнаруженных в песчаных (алевро-песчаных, глинисто-песчаных) отложениях восточной части Главного девонского поля, но и выявление структурных особенностей песчаных пород, несущих на себе следы воздействия организмов. Наиболее важным результатом исследования является оценка взаимосвязи организм—порода, определяемой через структурные признаки песчаной породы. Фактический материал был собран из средне-верхнедевонских отложений, вскрытых реками Луга, Сясь, Мста, Ловать и встречающихся на Андомской горе.

Из всех ихнотекстур наиболее часто встречаются следующие разновидности: червеобразные следы, U-образные порки внедрения в осадок, биотурбированные песчаные породы. Первая является поверхностной (напластовой) текстурой, а две другие — внутрипластовыми.

Червеобразные следы представляют собой разнообразные (прямые или причудливо изогнутые) симметричные валики, холмики, шнуровидные гряды. В некоторых образцах видно отчетливое наложение одних валиков на другие. На плитах тонкозернистого песчаника из разреза Андомской горы можно наблюдать несколько разновидностей таких поверхностных текстур, часто накладывающихся на знаки ряби. Наиболее мелкие валики (диаметр $d = 1-1,5$ мм) имеют в плане извилистые очертания. Диаметр относительно крупных следов может достигать 3–4 мм. Обычно такие следы извилистые, хотя могут быть спрямленными на участках длиной 2–2,5 см. Толстые валики ($d = 5-5,6$ мм) распространены в породах в меньших масштабах и имеют в разрезе округлое или субдисковидное сечение с плоским основанием и покатой верхней частью.

Морфологически сходные образования наблюдаются в фаменских глинисто-песчаных отложениях р. Мсты. Это ориентированные прямолинейные валики и холмики. Крупные ($d = 2-3,5$ мм) и мелкие ($d = 1-1,2$ мм) валики обладают разной степенью извилистости. Мелкие, более извилистые, имеют в плане дугообразные очертания. Наиболее крупные разновидности червеобразных следов обнаружены в среднедевонских отложениях нижней части арукюлаской свиты, на р. Луге. Удлиненные валики и холмики высотой (h) 1–2 мм, шириной (v) 4–6 мм наблюдаются на поверхности тонкозернистого песчаника. В разрезе свиты ихнотекстуры связаны только с определенной маломощной (около 50–70 см) пачкой пород, представляющей собой ритмичное чередование тонких пластов песчаника (3–4 см) и глины (4–5 мм).

В алевро-песчаных отложениях Андомской горы присутствуют валики (d от 1,5–2 до 3 мм), на нижней стороне некоторых расположена симметричная бороздка, разделяющая след на две части. Среди подобных образований наблюдаются как крупные, так и более мелкие ($d = 0,5$ мм) экземпляры. Данные ихнофоссилии близки по своему строению следам *Crusiana*.

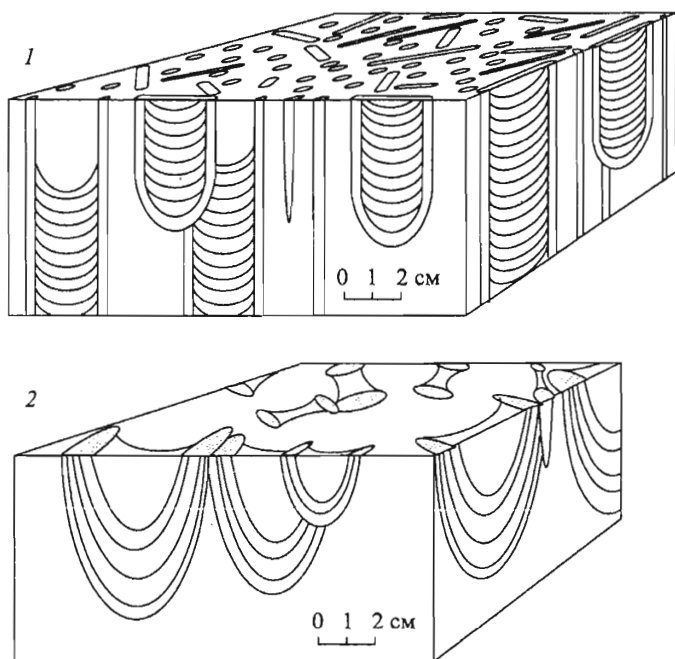


Рис. 1. U-образные ходы *Diplocraterion* и *Corophioides* из франкских отложений Главного девонского поля.

1 — *Diplocraterion parallelum* (верхний девон, верхний фран, снежская свита, р. Ловать); 2 — *Corophioides* (верхний девон, средний фран, гневашевская свита, Андомская гора).

U-образные норки — это субвертикальные образования с вложенными одна в другую отпечатками ходов (рис. 1). Такие U-образные текстуры называют *Diplocraterion parallelum* Torell [6], а сходные с ними, но более дугообразные — *Corophioides* Smith [6]. Последние представлены вертикальными щелями длиной от 4–5 до 6,5–7 см (в зависимости от среза) и толщиной от 6–8 до 10–15 мм. Они несколько сужаются к основанию и в середине между вертикальными ходами. Максимальная визуально наблюдаемая глубина проникновения норк во вмещающие породы колеблется от 7–8 см для *Corophioides* до 25–30 см для *Diplocraterion*. На открытой поверхности породы *Diplocraterion* образуют характерные щели (длиной (l) 2–3 (3,5) см) и/или отверстия ($d = 4 - 5$ мм) (рис. 2). На краях щели располагаются субвертикальные трубки-ходы, которые иногда имеют внутренний центральный канал ($d_{ср} = 2 - 4$ мм), заподненный обломочным материалом. Наряду с описанными крупными разновидностями U-образных ходов встречаются и более мелкие их аналоги ($l = 1,4 - 2,1$ см, $v = 3 - 4$ мм). Последние, по-видимому, принадлежат более мелким особям.

Ходы U-образной формы часто встречаются в пластах пород в виде беспорядочно рассеянных, щелевидных углублений. Такие ходы были обнаружены на Андомской горе и на р. Ловать. На фотографии (рис. 2) хорошо видно, насколько масштабно текстуры развиваются в отложениях. Аналогичные ихнофоссилии известны как в среднем кембрии Скандинавии [6], девоне (верхний девон, Девоншир, Англия [7]; верхний девон, Нью-Йорк, США [8]), так и в более молодых отложениях, в частности в меловых (нижний мел, Колорадо, США [9]). По-

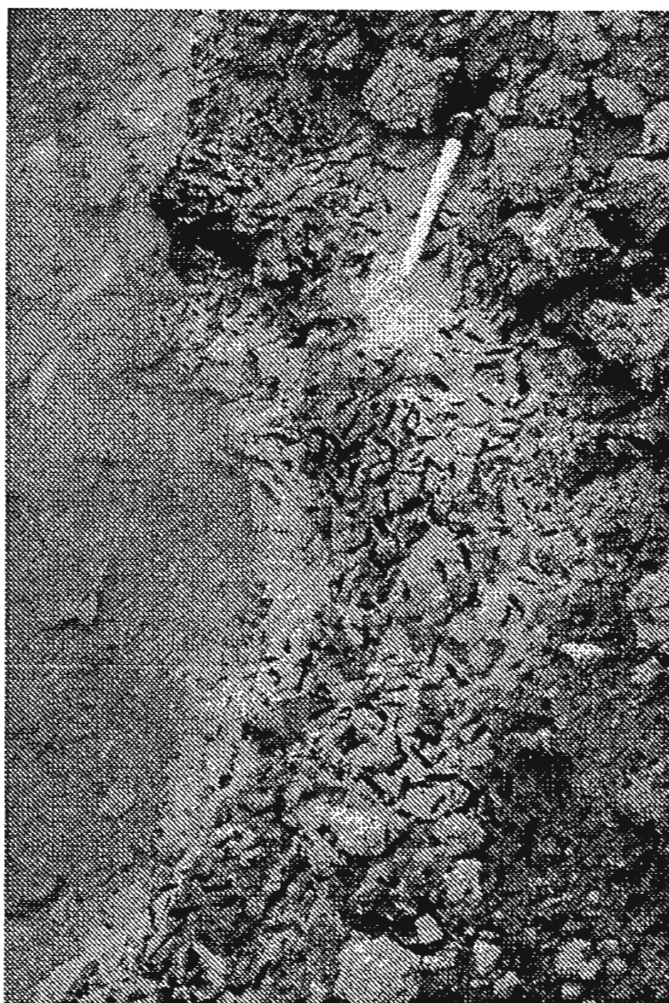


Рис. 2. Поверхность напластования песчаной породы с обильным развитием U-образных норок (верхний девон, верхний фран, снежская свита, р. Ловать, правый берег у дер. Старые Перессы).

добные U-образные норки в современных прибрежно-морских осадках оставляют черви рода *Arenicola* [10, 11].

Текстуры интенсивной биотурбации были наиболее детально изучены на материале среднефранских глинисто-песчаных отложений Андомской горы. Породы с текстурами биотурбации слагают в разрезе прослой мощностью 5–10 см, находящиеся в тесной ассоциации с косте-ностными прослоями (рыбными брекчиями). Породы имеют массивный или комковатый облик и сложены беспорядочно ориентированными, прижатыми друг к другу шнуровидными валиками ($d = 2,5-4$ мм). Наиболее сильно преобразованные породы приобретают беспорядочную, комковатую, неориентированную текстуру, в которой иногда можно наблюдать сдавленные, пережатые шнуровидные валики и вертикальные, реже U-образные ходы-норки (d от 2–3 до 4 мм).

Описанные ихнитолиты были встречены в тонкозернистых песчаниках разной степени алевритовости. Здесь следы наиболее отчетливы и имеют хорошую сохранность. Для пород

характерно присутствие чешуек слюды (до 5–10 об.%) и менее 1–2 об.% детрита рыб. Цемент пород, по данным петрографического изучения шлифов и рентгено-фазового анализа, представлен тремя типами: глинистым (гидрослюда, реже гидрослюда–каолинит), железистым (гетит, гематит, лимонит) и карбонатным (доломит, реже кальцит). По времени образования первые два типа являются более ранними по сравнению с последним.

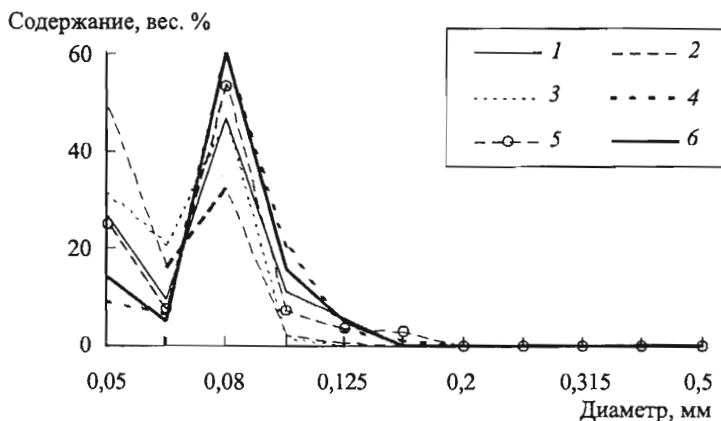


Рис. 3. Распределение обломочного материала в песчаных породах с ихнотекстурой, для среднего и верхнего девона.

1 — средний девон, червеобразные удлиненные холмики, рассеянные по поверхности песчаника (живетский ярус, арукюлаская свита (нижняя часть), р. Луга); 2–6 — верхний девон: 2 — U-образные норки *Cogrophoides* (франкий ярус, гневашевская свита, Андомская гора), 3 — вертикальные норки и многочисленные следы биотурбации (франкий ярус, гневашевская свита, Андомская гора), 4 — сильно биотурбированный песчаник, состоящий из многочисленных перемятых валиков (франкий ярус, гневашевская свита, Андомская гора), 5 — тонкие, сильноизвилистые следы ползания илоедов (франкий ярус, гневашевская свита (верхняя часть), Андомская гора), 6 — удлиненные валики и червеобразные следы на поверхности песчаника (фаменский ярус, тудерская свита, р. Мста).

Для уточнения структуры песчаных пород был выполнен 19-фракционный гранулометрический анализ шести образцов с явно выраженной биотурбационной текстурой. Установлено, что для данных пород характерен определенный тип распределения обломочного материала по размерным фракциям (рис. 3). Распределения одимодальные, располагаются в тошкзернистой части шкалы (от 0,05 до 0,2 мм), с модой во фракции 0,08–0,1 мм. Концентрация в одной фракции значительной части породы (от 31 до 60 вес.%, в среднем 49 вес.%) свидетельствует о хорошей сортировке материала. Для распределений были рассчитаны значения асимметрии и эксцесса (даны в γ) без учета фракции 0,05–0,064 мм. Асимметрия колеблется от $-4,82$ до $0,42$ (в среднем $-0,8$), эксцесс — от $-0,63$ до $3,45$ (среднее $1,56$). Распределение открыто в сторону пелитовой области шкалы. В породах содержится от 5,37 до 24,97 вес.% (в среднем 13,31 вес.%) зерен алевритовой размерности. Доля глинистых частиц в образцах варьирует от 11,06 до 30,96 вес.% при среднем содержании 22,13 вес.%.

Интерпретация гранулометрических спектров по методике Б. Н. Котельникова [12] показывает, что такие породы сформировались в зоне слабой волновой активности, характерной для приустьевых участков конечных водоемов стока, мелководных прибрежно-морских равнин, заливов и лагун.

Распределения подобного типа свойственны некоторым структурам песчаных пород Главного девонского поля (рис. 4). Сходство структурных признаков обеих групп пород говорит о близости динамических условий их образования (см. рис. 3, 4).

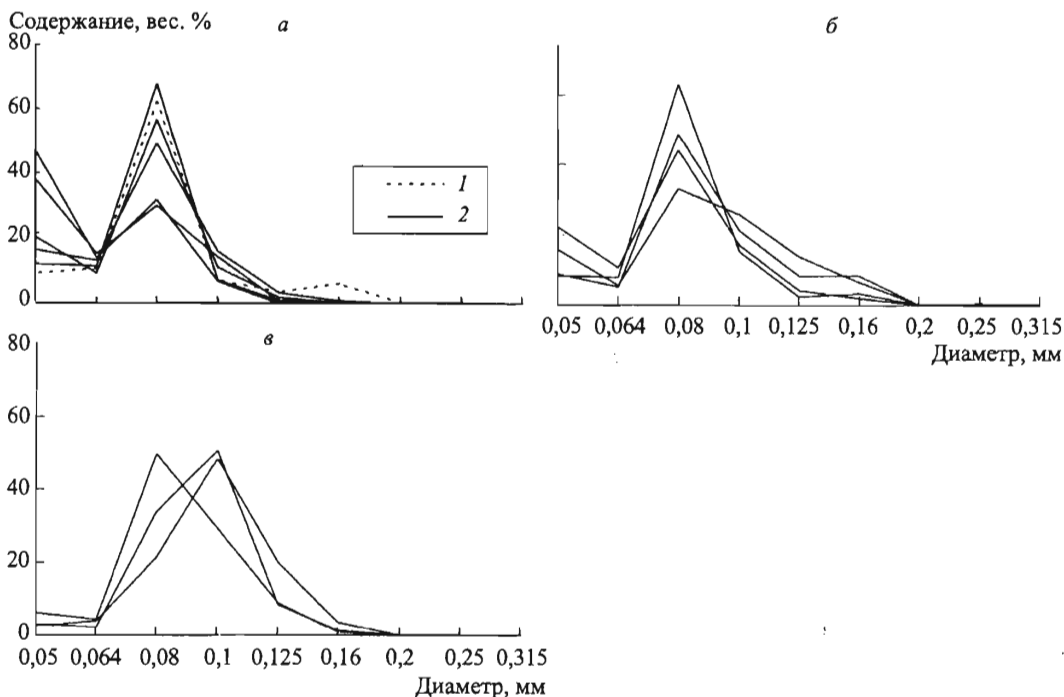


Рис. 4. Распределение обломочного материала песчаных пород Главного поля, не обладающих ихнотекстурой.

а — нижний (1) и средний (2) фран; б — верхний фран; в — фамен.

Относительную мелководность обстановки осадконакопления подтверждают пространственная связь ихнотекстур со знаками ряби, трещинами усыхания и такими косвенными признаками, как косвенная косая и флазерная слойчатость, следы оползания, следы внедрения осадка в мягкий ил, слепки борозд размыва и плоские гальки глин и алевролитов, тонкое переслаивание прослоев алевролитов, тонкозернистых песчаников и глин. В ассоциации с рассматриваемыми породами иногда присутствуют пропластки и прослои песчаных и песчано-глинистых пород, обогащенных мелкими гальками глин и детритом рыб.

Перечисленные признаки свидетельствуют о том, что в пределах мелководных участков прибрежно-морской зоны палеобассейна существовала область накопления тонкозернистых песчаных (алевро-песчаных) осадков. Здесь на относительном удалении от участков активной гидродинамической деятельности происходила медленная аккумуляция взвешенного тонкозернистого и пелитового материала, создавались условия, наиболее благоприятные для обитания бентосных организмов-иллоедов: отсутствие сильных течений и значительного поступления обломочного материала, достаточное количество пищевых ресурсов, света, необходимые аэрируемость и температура воды.

Сильная биотурбация пород типична для многих древних приливно-отливных отложений [13]. На основании имеющегося фактического материала можно предположить, что в некоторых интервалах разреза девона Главного поля развиты прибрежно-морские отложения, имеющие приливно-отливную природу. Среди осадочных образований девонского возраста такие отложения развиты достаточно широко как в Европе (Арденны, Рейнская область, юг Ирландии, Девоншир и др.), так и за ее пределами (запад Австралии, юго-восток Аляски и западная Канада, Тунис, штаты Нью-Йорк и Пенсильвания, США).

Следы жизнедеятельности, как и некоторые другие текстуры, свидетельствуют о времен-

ном замедлении или кратковременном прекращении осадконакопления. Выявление биотурбированных интервалов в последовательностях пород важно для определения развития сообществ бентосных организмов, не имеющих скелетных элементов. Особенную актуальность уровни биотурбации приобретают для сложнопостроенных осадочных толщ, лишенных других корреляционных реперов. Так как ихнотекстура является одним из характерных признаков пород мелководной фациальной обстановки, то ее можно использовать в комплексе с другими литологическими и палеонтологическими признаками для сопоставления разрезов.

Наличие ихнотекстур и других литологических особенностей пород (состав, структурно-текстурные признаки, сохранность органических остатков, последовательность слоев и др.) позволило: 1) сопоставить ряд обнажений в районе Андомской горы, находящихся на расстоянии 4–5 км, прослеживая в разрезе интервал пород, обогащенных ихнотекстурами; 2) в бассейне р. Мсты скоррелировать ряд опорных обнажений, расположенных на расстоянии 2–3 км.

В ходе исследования было установлено, что: 1) ихнотекстура свойственна определенной литологической разновидности песчаных пород — это хорошо сортированные тонкозернистые песчаники с модой во фракции 0,08–0,1 мм и содержащие в своем составе значительное количество алевритовых (5–25 вес.%) и глинистых (10–30 вес.%) частиц; 2) ихнотекстуры, развитые в некоторых глинисто-песчаных и песчаных интервалах разреза девона на Главном поле, свидетельствуют об активном участии бентосных организмов в преобразовании осадочного вещества пород; 3) песчаные породы девонского возраста, обладающие такой текстурой, образовались в мелководной прибрежно-морской обстановке; 4) ихнотекстуры песчаных пород Главного девонского поля в комплексе с другими признаками могут быть использованы для местной корреляции разрезов.

Автор благодарит проф. Е. Г. Панову за ценные советы и консультации по тематике настоящей публикации.

Summary

Engalychev S. Y. The recent data about biogenic sedimentary structures made of sand deposits of the Main Devonian Field.

The author described in detail some biogenic sedimentary structures of Middle and Upper Devonian sand deposits of northwestern Russia (the Main Devonian Field). These biogenic sedimentary structures (trace fossils, U-shaped burrows and bioturbational rocks) were found in definite types of sand rocks. According to grain-size analysis (19 sieves) these rocks are well sorting, very fine grainy sandstones having the mode in the fracture 0,08–0,1 mm and consisting of the significant amount of silt and (or) clayey particles. The presence of these structures in some Devonian sand and sandstones are evidence of benthic animals' participation in sedimentary matter conversion. These sedimentary rocks were formed in shallow coastal environments. The given structures of sand rocks combined with other features can be useful for the local correlation of sections.

Литература

1. Фролов В. Т. Литология. Кн. 1: Учеб. пособие. М., 1992.
2. Геккер Р. Ф. Современное состояние изучения следов вымерших беспозвоночных (палеоихнология беспозвоночных) // Вопросы закономерностей и форм развития органического мира: Труды VII сессии Всесоюз. палеонтол. о-ва. М., 1964.
3. Геккер Р. Ф. Экологические и тафономические особенности фауны и флоры Главного девонского поля // Труды Палеонт. ин-та АН СССР. 1983. Т. 190.
4. Сорокин В. С. Экологические ряды организмов во франских бассейнах Главного девонского поля // Проблемы экологии фауны и флоры девонских бассейнов: Труды Палеонт. ин-та АН СССР. 1983. Т. 194.
5. Сорокин В. С. Этапы развития северо-запада Русской платформы во франском веке. Рига, 1978.
6. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Ч. I: Обломочные и глинистые породы / Сост. Е. И. Дмитриев, Г. И. Ершова, В. Л. Либрович и др. М., 1962.
7. Goldring R. The trace fossils of the Baggy Beds (Upper Devonian) of North Devon,

England // *Paleontology*. 1962. Vol. 36. **8.** *Шрок Р.* Последовательность в свитах слоистых пород / Пер. с англ.; Под ред. А. Н. Заварицкого. М., 1950. **9.** *MacKenzie D. B.* Tidal sand flat deposits in Lower Cretaceous Dakota Group near Denver, Colorado // *Tidal deposits* / Ed. R. N. Ginsburg. New York, 1975. **10.** *Рейнек Г.-Э., Сингх И.Б.* Обстановки терригенного осадконакопления / Пер. с англ.; Под ред. А. В. Коченова. М., 1981. **11.** *Evans G.* Intertidal flat deposits of the Wash, Western Margin of the North Sea // *Tidal deposits* / Ed. R. N. Ginsburg. New York, 1975. **12.** *Котельников Б.Н.* Реконструкция генезиса песков // Гранулометрический состав и анализ эмпирических полигонов распределения / Под ред. В. Н. Шванова Л., 1989. **13.** *Tidal deposits* / Ed. R. N. Ginsburg. New York, 1975.

Статья поступила в редакцию 29 апреля 2003 г.