

---

---

# ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ МУЗЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

---

---

УДК 56.074.6: 551.734.5+069.015

EDN TQFGVW

DOI 10.29003/m3774.0514-7468.2024\_46\_1/60-72

## О ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ КОЛЛЕКЦИЙ НИЖНЕФРАНСКИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ГЛАВНОГО ДЕВОНСКОГО ПОЛЯ В ФОНДАХ ГОРНОГО МУЗЕЯ

**М.Г. Цинкобурова, А.В. Кузнецов\***

*Описаны две группы фаций, наиболее широко представленных в коллекциях нижнефранских беспозвоночных Главного девонского поля в Горном музее – хардграунды и пелециподовые банки. Установлено наличие трёх типов хардграундов, различающихся по характеру первоначального дна и времени экспозиции хардграунда, а отсюда структурно-текстурными особенностями и систематическим составом ориктоценозов: криноидные известняки, микритовые известняки, пелециподовые известняки. Для наиболее широко распространённых хардграундов первого типа обнаружено наличие специфической тафофации, характеризующейся хорошей степенью сохранности органических остатков первой генерации, практически полным отсутствием органических остатков второй генерации и полным отсутствием биоэродирующих организмов. В ориктоценозах пелециподовых ракушняков установлено три морфологических и этологических типа корнулитид.*

**Ключевые слова:** нижний фран, Главное девонское поле, Горный музей, хардграунды, пелециподовые банки, корнулитиды, Трураниты, палеоэкология, тафофации, ориктоценозы, склеробионты.

**Ссылка для цитирования:** Цинкобурова М.Г., Кузнецов А.В. О палеоэкологической ценности коллекций нижнефранских беспозвоночных Главного девонского поля в фондах Горного музея // Жизнь Земли. Т. 46, № 1. С. 60–72. DOI: 10.29003/m3774.0514-7468.2024\_46\_1/60-72.

Поступила 07.02.2024 / Принята к публикации 21.02.2024

## ON THE PALEOECOLOGICAL VALUE OF THE COLLECTIONS OF LOWER FRASNIAN INVERTEBRATES OF THE MAIN DEVONIAN FIELD IN THE MINING MUSEUM

**M.G. Tsinkoburova, PhD, A.V. Kuznetsov**

*Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University*

---

\* Цинкобурова Мария Георгиевна – к.г.-м.н., доцент, [maschek@mail.ru](mailto:maschek@mail.ru); Кузнецов Александр Вячеславович – студент, [alexkuznecov2002@yandex.ru](mailto:alexkuznecov2002@yandex.ru); Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II.

*The article describes two groups of facies most widely represented in the collections of Lower Frasnian invertebrates of the Main Devonian Field in the Mining Museum (hardgrounds and pelecypod banks). The presence of three types of hardgrounds has been established, differing in the nature of the original bottom and the time of exposure of each hardground, and hence structural and textural features of rocks and systematic composition of oryctocenoses. The first type is crinoidal limestone with an extensive complex of sclerobionts and traces of bioerosion by Trypanites Mägdefrau, an uneven surface and a visually almost complete absence of impregnation. In hardgrounds of this type, three generations of sclerobionts are distinguished, namely: abiogenic substrates (first), incrustators of the remains of organisms of the first generation (second), and bioerosion organisms (third). The second type is micritic limestone with a smooth glass-type surface, a small complex of sclerobionts and traces of bioerosion by Trypanites Mägdefrau. The third type is pelecypod limestones with an uneven surface, isolated sclerobionts, numerous traces of bioerosion by Trypanites Mägdefrau and strong ferruginous impregnation. For the most widespread hardgrounds of the first type, the presence of specific taphofacies has been established, characterized by good preservation of organic remains of the first generation, an almost complete absence of organic remains of the second generation, and a complete absence of bioerodible organisms. The appearance of such taphofacies is due to the short exposure time of the hardground and the beginning of a rapid process of new accumulation immediately after the appearance of the first organisms of the second generation. The presence of such taphofacies emphasizes the importance of distinguishing taphofacies in certain paleofacies and certain types of oryctocenoses. In the oryctocenoses of pelecypod shells, three morphological and ethological types of cornulitids have been established. The most representative settlements of cornulitids were characteristic of calcareous clay soils with small areas of compacted bottom.*

**Keywords:** Lower Frasnian, Main Devonian Field, Mining Museum, hardgrounds, pelecypod banks, cornulitids, Trypanites, paleoecology, taphofacies, oryctocenoses, sclerobionts.

**For citation:** Tsinkoburova, M.G., Kuznetsov, A.V., "On the paleoecological value of the collections of Lower Frasnian invertebrates of the Main Devonian Field in the Mining Museum", *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* **46**, no 1, 60–72 (2024) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3774.0514-7468.2024\_46\_1/60-72.

**Введение.** Главное девонское поле (ГДП) – область площадного распространения глинисто-терригенно-карбонатных континентальных и морских пород девона на северо-западе Русской плиты. Комплекс пород ГДП является классическим примером отложений палеозойского морского эпиконтинентального бассейна и характеризуется всеми особенностями подобных формаций (ритмичный характер разреза, наличие многочисленных стратиграфических несогласий, большая литолого-фациальная изменчивость пород по простиранию). В связи с этим при расчленении и корреляции разрезов ГДП ведущую роль играют ритмостратиграфический и экостратиграфический методы. На ГДП в тридцатые годы XX века закладывались основы современной палеоэкологии. Основоположник палеоэкологии Р.Ф. Геккер отмечал, что «Главное девонское поле представляет исключительный в этом отношении объект для исследований» [4, с. 15].

История изучения пород ГДП насчитывает уже более двух столетий. Среди блистательной плеяды его исследователей были выпускники, преподаватели Горного института, поэтому в фондах Горного музея широко представлены палеонтологические и литологические коллекции ГДП. К сожалению, за XX век и в новейшее время многие обнажения, являвшиеся эталонными и стратотипическими для субрегиональных и местных подразделений девона ГДП, оказались утраченными, обнажённость коренных пород в пределах ГДП чрезвычайно ухудшилась. Таким образом, фонды Горного музея

обладают уникальным материалом, отражающим информацию об особенностях геологического строения данного региона.

**История формирования коллекции.** Основной объём коллекции по ГДП, хранящейся в фондах Горного музея, представлен сборами, сделанными в конце двадцатых – тридцатых годов XX века Д.В. Обручевым и Р.Ф. Геккером во время палеонтолого-стратиграфических исследований района. При этом имеющиеся материалы характеризуются явно выборочным характером. Большая часть материалов представлена крупной коллекцией франских двустворчатых моллюсков ГДП (как в виде отдельных раковин и створок, так и в породах), являющейся частью коллекции Б.В. Наливкина «Франские двустворчатые моллюски европейской части России» к его докторской диссертации. В свете вышесказанного данная коллекция (в отличие от многих других музейных материалов) охарактеризована крайне точными географическими и стратиграфическими привязками. Помимо этого, содержится довольно многочисленный, но разрозненный материал, частично являющийся, предположительно, дублями к организованной Р.Ф. Геккером в тридцатых годах в Палеозоологическом институте в Ленинграде выставке «Жизнь в девонском море» [2]. Впоследствии (в процессе трансформации Палеозоологического института в Палеонтологический (ПИН РАН)) эта выставка была перевезена в Москву. Среди материалов по ГДП, хранящихся в фондах Горного музея, есть сборы не только Р.Ф. Геккера и Д.В. Обручева, но и других геологов и палеонтологов. Так, немногочисленные, но крайне интересные фациальные образцы поступили в 1921 г. от И.И. Горского. Интересно, что нигде в биографии И.И. Горского, крупнейшего исследователя каменноугольных и пермских рудоз, специалиста в угольной геологии, не упоминаются его исследования на ГДП. Вероятно, это был какой-то единственный выезд по линии Геолкома или Петроградского горного института. Авторами была также обнаружена маленькая коллекция типового вида псковских слоёв ринхонеллид *Ladogia meyendorfi* (Verneuil), содержащая интересный комплекс склеробионтов. Данная коллекция представляет сборы Г.П. Гельмерсена (1841 г.) на известном по геологической литературе обнажении пород нижнего франа Прусина (правый берег р. Волхов). После строительства Волховской ГЭС и общего подъёма уровня воды в реке данное обнажение, как и большинство других, было практически полностью утрачено.

**Краткая литолого-фациальная характеристика пород.** В пределах восточной части ГДП выделяют две структурно-фациальные зоны (СФЗ), отличающиеся по режиму условий седиментации [1]. Прибалтийско-Ладожская СФЗ расположена на севере и северо-востоке региона и характеризуется континентальными (озёрными и аллювиальными – только нижний подъярус) и прибрежно-морскими отложениями. Изборско-Ильменская СФЗ занимает большую часть региона и характеризуется морскими фациями. Изучая литолого-фациальные особенности верхнедевонских пород ГДП, Р.Ф. Геккер выделил два последовательных ряда осадков [4]. Первый латеральный ряд (смена отложений прослеживается в направлении с северо-востока на юго-запад) характеризуется непрерывной последовательностью комплексов:

- зона 1 – красочные песчано-глинистые дельтово-лагунные и лагунно-континентальные отложения, органические остатки представлены ихтиофауной, харовыми водорослями, редкими остатками наземных растений;
- зона 2 – песчаные прибрежно-морские отложения, органические остатки представлены лингулидами и следами илоедов;
- зона 3 – глины более глубоких и спокойных участков морского дна, органические остатки представлены ринхонеллиформными брахиоподами, гастроподами, пелециподами;

- зона 4 – известково-глинистые и глинисто-известковые отложения, характеризующие зоны с разным типом грунта, ракушечники, характерен наиболее богатый и разнообразный комплекс органических остатков, но менее разнообразные комплексы ихнофоссилий;

- зона 5 – известковые отложения, формировавшиеся в условиях отсутствия привноса терригенного материала, более слабой гидродинамики и обеднённым комплексом органических остатков (меньше систематическое разнообразие ринхонеллиформных брахиопод и пелеципод, отсутствие криноидей, характерны строматопороидеи, цианобактерии);

- зона 6 – карбонатные с повышенной магнезиальностью отложения мелководного шельфа с нарушенной солёностью, обеднённым комплексом органических остатков (строматопороидеи, цианобактерии, гастропод много, но бедный систематический состав, встречаются ругозы, ринхонеллиформные брахиоподы редки);

- зона 7 – лагунные доломитовые осадки с крайне бедным комплексом органических остатков.

Помимо этого, Р.Ф. Геккер предложил для лагунных отложений вертикальную сукцессию фаций [4]:

- отложения лагун повышенной солёности, представленные голубыми, часто гипсоносными глинами, переходящими в жёлтые листоватые глинистые доломиты;

- отложения бассейна с пониженной солёностью, представленные глинистыми доломитами с разнообразным комплексом грунтоедов и редким детритом ринхонеллиформных брахиопод;

- известковые или слабо магнезиальные известковые осадки с солёностью, приближающейся к морской, но ещё обеднённым комплексом органических остатков (редкими ринхонеллиформными брахиоподами, гастроподами, строматопороидеями, цианобактериями).

**Методы.** Первый этап работ с описанными коллекциями заключался в систематической классификации коллекций с целью выявления наиболее палеоэкологически информативных образцов. При этом использовалась лупа с 10х увеличением. Отобранные образцы были изучены под микроскопом Levenhuk DTX RC3 и под стереоскопическим микроскопом SZX2-ZB16, сфотографированы, был проведён биостратонимический анализ ориктоценозов. Для выявленных в ориктоценозах беспозвоночных выполнен палеоэкологический анализ, а для ихнофоссилий – этологический.

**Палеоэкологические особенности палеонтологической и литологической коллекций.** В пределах ГДП представлен широкий спектр отложений – от лагунных до открытого шельфа, однако специфический характер коллекции в фондах Горного музея позволяет увидеть, в первую очередь, разнообразный набор фаций закрытого мелководного шельфа (зона 4 по Р.Ф. Геккеру). Это обусловлено тем, что основу коллекции образцов по ГДП в фондах Горного музея составила, как указано выше, коллекция двустворчатых моллюсков Б.В. Наливкина. Пелециподы франского эпиконтинентального морского бассейна, располагавшегося на территории современного ГДП, явно тяготели к обстановкам с нормальной солёностью или близкой к нормально морской. С палеоэкологической точки зрения наибольшую ценность представляют карбонатные хардграунды и породы, формировавшиеся в пределах брахиоподовых и пелециподовых банок. Эти фации характеризуются высоким систематическим разнообразием ориктоценозов.

Особую группу в коллекции представляют многочисленные образцы хардграундов. Это связано с тем, что именно в двадцатые – тридцатые годы XX века в разновоз-

растных породах северо-запада Русской плиты шло выделение данной, на тот момент времени крайне плохо изученной фации – пород твёрдого дна [3]. Несмотря на то, что изучение хардграундов с семидесятых годов активно развивается и для северо-запада Русской плиты есть большое количество публикаций по ордовикским хардграундам [13, 14], хардграунды ГДП, комплексы их обитателей, особенности стратиграфического распространения оказываются по-прежнему мало изученными. Хардграунды, как и брахиоподовые и пелециподовые банки, позволяют изучать систематический состав органических остатков автохтонных ориктоценозов.

Породы, представленные в коллекции Горного музея, соответствуют большей части саргаевского горизонта (псковские, чудовские, низы дубниковских слоёв) нижнефранского подъяруса (стандартная конодонтовая зона *Palmatolepis transitans* [17], местная конодонтовая зона *Polygnathus reimersi* [16]).

**Фации хардграундов ГДП в коллекциях Горного музея.** В коллекции Горного музея были обнаружены три типа хардграундов. Первый тип – криноидные известняки с обширным комплексом склеробионтов, неровной поверхностью и визуальном практически полным отсутствием импрегнации (рис. 1). В коллекциях Горного музея были обнаружены хардграунды как из псковских, так и из чудовских слоёв.



**Рис. 1.** Пример хардграунда с обширным комплексом склеробионтов. Псковские слои. Горный музей.

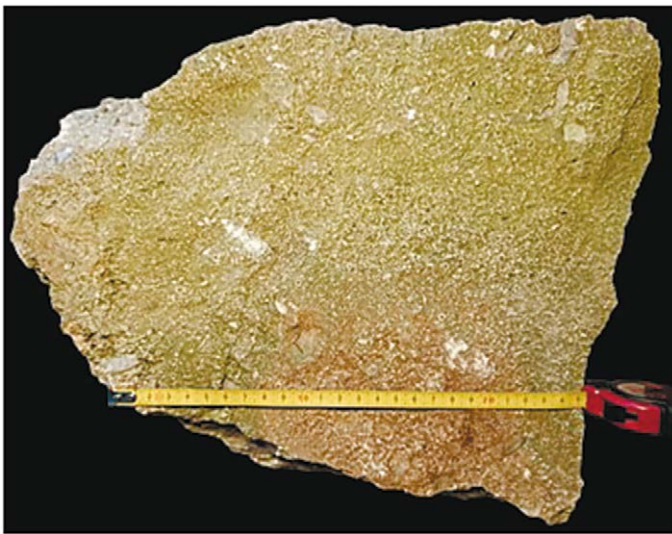
**Fig. 1.** An example of hardgrounds with an extensive complex of sclerobionts. Pskov beds. Mining Museum.

Наблюдаются холдфасты криноидей; раковинки микроконхид, прикрепившиеся как к поверхности хардграунда, так и к органическим остаткам; брюшные створки цементирующихся продуктид *Irboskites fixates* Bekker; нижние правые створки бивальвий *Limanomia* Gray и следы биоэродирующих организмов *Trypanites* Mägdefrau.

В образцах представлено несколько генераций склеробионтов. Первую генерацию составляют более крупные цементирующиеся склеробионты – *Limanomia* Gray, *Irboskites fixatus* Bekker, криноидеи. Положение микроконхид *Palaeoconchus omphalodes* (Goldf.) на разрозненных брюшных створках брахиопод, створках пелеципод и на холдфазах криноидей, показывает, что микроконхиды составляют вторую генерацию. В отличие от

цементирующихся продуктид, пелеципод и криноидей, микроконхиды были обитателями более широкого спектра палеообстановок. Раковинки микроконхид обнаружены авторами и на организмах, обитавших на мягких илистых субстратах, известны также поселения микроконхид явно при жизни хозяина. Органические остатки первых двух генераций и само твёрдое дно содержат многочисленные следы сверления *Trypanites* Mägdefrau. Их длина могла достигать 15 см [15], но в образцах Горного музея она не превышает первых сантиметров, что говорит о последующей эрозии поверхности хардграундов.

Похожие криноидные известняки с хардграундами, но без комплекса склеробионтов (с немногочисленными следами биоэрозии *Trypanites*), авторами были описаны в псковских слоях в районе Выбутских порогов (правый берег р. Великая, 12 км вверх по течению от Пскова; нижний горизонт хардграундов, **рис. 2**).

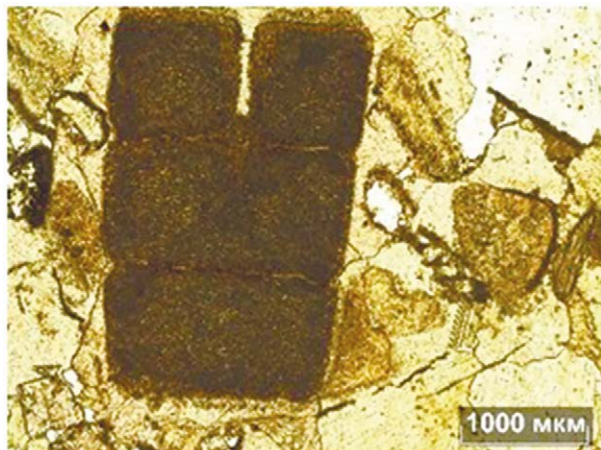


**Рис. 2.** Хардграунд 1 типа. Брахиоподово-криноидный грейнстоун. Псковские слои, правый берег р. Великая, район Выбутских порогов.

**Fig. 2.** Type 1 hardground. Brachiopod-crinoidal grainstone. Pskov beds, right bank of the Velikaya River, Vybuty Rapids area.

Микроскопическое изучение известняков показало, что это брахиоподово-криноидные грейнстоуны (**рис. 3**). Столь частая приуроченность хардграундов франа ГДП к осадкам, обогащённым детритом криноидей и других иглокожих, подтверждает взаимосвязь, установленную С.В. Рожновым и Т.Д. Палмером для ордовикских хардграундов северо-запада Русской плиты [11].

Наличие трёх генераций склеробионтов и отсутствие следов биоэрозии указывают на долгую экспозицию хардграундов. Доказательством сильной эрозии хардграундов является также состояние органических остатков в ориктоценозах большинства образцов – все органические остатки (первой и второй генераций) характеризуются высокой степенью деструкции, дизартикуляцией и корродированностью. Исключение представляет интересный образец с совершенно другой тафономической характеристикой, относящийся к сборам Р.Ф. Геккера 1921 г. из чудовских слоёв на р. Кересь выше д. Лука (**рис. 4**). В настоящее время эта деревня вошла в состав г. Чудово. Вблизи



**Рис. 3.** Срез поверхности хардграунда перпендикулярно поверхности напластования (изображённый фрагмент расположен ближе к кровле). Псковские слои, правый берег р. Великая, район Выбутских порогов.

**Fig. 3.** A section of the hardground surface, perpendicular to the bedding surface (the fragment shown is located closer to the superface). Pskov beds, right bank of the Velikaya River, Vybuty Rapids area.



**Рис. 4.** Фрагмент створки *Limanomia* sp. с трубкой *Cornulites devonicus* (Pacht) и микроскопическими холдфастами криноидей и фрагмент брюшной створки *Irboskites fixates* Bekker с отчётливо видимыми псевдопорами. Чудовские слои, р. Кересть выше д. Лука. Сборы Р.Ф. Геккера, 108–150, Горный музей.

**Fig. 4.** A fragment of a *Limanomia* sp. valve with a tube of *Cornulites devonicus* (Pacht) and microscopic holdfasts of crinoids and a fragment of the ventral valve of *Irboskites fixates* Bekker with clearly visible pseudopores. Chudovo beds, the Kerest' River above v. Luka. R.F. Gekker's collections, 108–150, Mining Museum.

этого обнажения располагался стратотип чудовских слоёв (в известняковом карьере). Теперь этот стратотип и обнажения чудовских слоёв на р. Кересть утрачены. В образце также наблюдаются *Limanomia* sp и *Irboskites fixatus*. На створках *Limanomia* sp. со-

хранилась тонкая радиальная и концентрическая скульптура, а на створках *Irboskites fixatus* – хорошо сохранившиеся зубы и следы псевдопор. На створке *Limanomia sp.* под микроскопом наблюдается маленькая трубочка инкрустатора-корнулитиды *Cornulites sp.* и холдфасты ювенильных криноидей. Корнулитиду можно было бы рассматривать как организм второй генерации, но её крайне малые размеры (0,4 мм), наличие только одной трубочки, а также холдфасты криноидей исключительно микроскопических размеров показывают, что вторая генерация инкрустаторов не получила развития. Таким образом, данный хардграунд отличался отсутствием организмов второй и третьей генерации, а следовательно, более кратковременной экспозицией.

Выявление подобного ориктоценоза позволило обосновать важность выделения тафофаций [5], что достаточно редко делается в современных палеоэкологических работах. Существующие в настоящее время публикации, посвящённые тафофациям, касаются только конкретных систематических групп. Наиболее часто тафофации выделяются в ориктоценозах с хордовыми [7], в лагерштеттах [18]. Однако проводимые тафономические исследования как в современных отложениях, так и в ископаемых ориктоценозах демонстрируют широкий потенциал выделения тафофаций при палеоэкологических и литолого-фациальных исследованиях [6, 9, 10]. Наибольшей степенью детальности отличается работа С. Спейера и К. Бретта [8], предложивших модель тафофаций для эпиконтинентального морского бассейна. Пользуясь схемой С. Спейера и К. Бретта, можно утверждать, что большинство хардграундов ГДП этого типа, как обнаруженных в коллекциях Горного музея, так и наблюдаемых авторами, представляют чётко выраженную тафофацию 1 схемы С. Спейера и К. Бретта [8], а хардграунд чудовских слоёв на р. Кереть относится к другой тафофации, не учтённой в упомянутой схеме.

К хардграундам второй группы относятся хардграунды типа «стекла», представленные микритовыми известняками с ровной поверхностью, более малочисленным комплексом склеробионтов, следами биоэрозии *Trypanites* и умеренной импрегнацией. Такого типа хардграунд был обнаружен в сборах Д.В. Обручева из псковских слоёв р. Великая (рис. 5).

Авторами хардграунды такого типа были описаны в псковских слоях на р. Великая в районе Выбутских порогов (верхний горизонт хардграундов, левый берег р. Великая). В псковских слоях на Выбутских порогах было зафиксировано доминирование среди склеробионтов ювенильных особей: створок *Irboskites fixatus* Bekker и холдфасты криноидей. Возможно, это было обусловлено резким изменением условий и ранней гибелью популяции склеробионтов.

При микроскопическом изучении хардграундов данного типа (микритовых вакстоунов) было выяснено, что биокластовые зёрна крайне разнообразны (ринхонеллиформные брахиоподы, криноидеи, тентакулиты, микроконхиды), наблюдаются следы илоедов (рис. 6). Судя по мелкому детриту все органические остатки переотложены. По состоянию склеробионтов в образце из Горного музея данный тип хардграундов также можно отнести к тафофации 1.

Третий тип хардграундов представлен пеллециподовыми известняками с неровной поверхностью, единичными склеробионтами, многочисленными следами сверления *Trypanites* и сильной железистой импрегнацией, обусловленной длительной экспозицией и несколько другим гидрохимическим режимом придонных вод, препятствовавшим активному расселению склеробионтов (рис. 7).

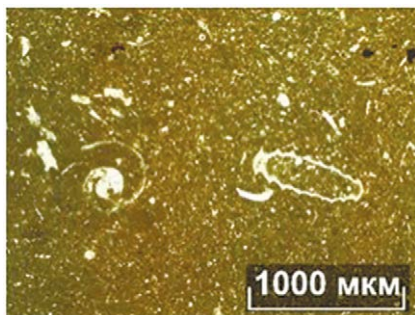
**Фации брахиоподовых и пеллециподовых банок.** Одними из двустворок, предположительно формирующих пеллециподовые банки, были пеллециподы вида *Pteria*



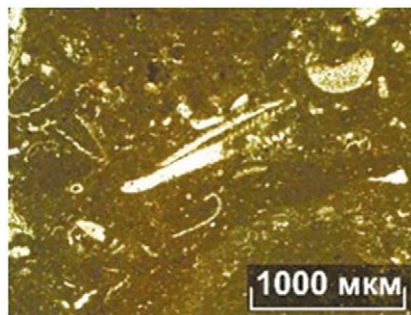


**Рис. 5.** Хардграунд 2 типа с поверхностью «стекла», инкрустированный створками *Irboskites fixatus* Bekker и *Limanomia* sp., с одним сильно эродированным холдфастом криноидеи, псковские слои, № образца 108-232. Р. Великая, левый берег против лесопилки, обнажение 150-3403, сборы Д.В. Обручева, Горный музей.

**Fig. 5.** Type 2 hardground with a glassy surface, inlaid with valves of *Irboskites fixates* Bekker and *Limanomia* sp., with one strongly eroded crinoid holdfast, Pskov beds, sample No. 108-232, the Velikaya River, left bank opposite the sawmill, outcrop 150-3403, D.V. Obruchev's collection, Mining museum.



а



б

**Рис. 6.** Микритовый вакстоун. Срез поверхности хардграунда параллельно поверхности напластования: а – поперечные сечения раковин микроконхид и детрит брахиопод, б – продольное сечение раковины тентакулита, ходы червей.

**Fig. 6.** Micrite wackestone. A section of the hardground surface parallel to the bedding surface: а – cross sections of microconchid shells and brachiopod detritus, б – a longitudinal section of the tentaculite shell, worm passages.

*rostrata* (Eichw.), среди ринхонеллиформных брахиопод аналогичный экологический тип представляли *Ladogia meyendorfi* (Vern.) [4]. Палеобиотопы с этими органическими остатками характеризуются достаточно разнообразным комплексом склеробионтов: аулопоридами, микроконхидами, следами биоэрозии *Palaeosabella* Clarke (на *Ladogia*



**Рис. 7.** Хардграунд 3 типа. Пелециподовый известняк с многочисленными следами сверления *Trypanites* и единичными микроконхидами и брюшными створками *Irboskites fixatus*. Псковские слои, правый берег р. Сясь ниже Хвалова, сборы Р.Ф. Геккера, Горный музей.

**Fig. 7.** Type 3 hardground. Pelecypod limestone with numerous traces of *Trypanites* drilling and single microconchids and ventral valves of *Irboskites fixatus*. Pskov beds, right bank of the Syas' River below v. Khvalovo, R.F. Gekker's collections, Mining museum.

*meyendorfi*), корнулитидами (на *Pteria rostrata*). При этом часто наблюдается ориентировка склеробионтов, указывающая на поселение при жизни хозяев; на франских бивальвиях ГДП в коллекциях Горного музея обнаружены разнообразные комплексы склеробионтов и биоэродирующих организмов, в т. ч. три различных морфологических и этологических типа корнулитид. Появление раковин корнулитид часто фиксируется в ориктоценозах, где есть *Pteria rostrata* (дубниковские слои Шелони, **рис. 8**), кроме того, корнулитиды крайне часты в ориктоценозах с пелециподами – обитателями мягкого



**Рис. 8.** Пелециподовый известняк с *Pteria rostrata* и *Cornulites* sp. на створках пелеципод. Дубниковские слои, левый берег р. Шелонь, выше г. Сольцы, сборы Р.Ф. Геккера, Горный музей.

**Fig. 8.** Pelecypoda limestone with *Pteria rostrata* and *Cornulites* sp. on the bivalves shell. Dubniki beds, left bank of the Shelon' River, above t. Sol'tsy, R.F. Gekker's collections, Mining museum.

известково-глинистого грунта. Для верхнего ордовика Эстонии отмечалась частая приуроченность находок корнулитид к обстановкам осадконакопления с илистым грунтом [12]. Образцы франа ГДП подтверждают эту закономерность, но спектр обитания корнулитид не ограничивался только условиями мягкого грунта. Находки корнулитид во фране ГДП характерны также и для участков с уплотнённым грунтом (морфологически разнообразные комплексы корнулитид в пеллециподовых банках с *Pteria rostrata*), единичные корнулитиды были зафиксированы в обстановках твёрдого дна (раковинка микроскопической корнулитиды на створке *Limanomia sp.*, см. рис. 4).

**Выводы.** Проведённый анализ коллекций по нижнему франу ГДП Горного музея позволил установить следующие особенности.

1. Хардграунды раннефранского эпиконтинентального морского бассейна востока ГДП формировались на разном субстрате и отличались сроками экспозиции.

2. Для наиболее широко распространённых хардграундов первого типа установлено наличие специфической тафофагии, характеризующейся хорошей степенью сохранности органических остатков первой генерации, практически полным отсутствием органических остатков второй генерации и полным отсутствием биоэродирующих организмов. Появление такой тафофагии обусловлено малым временем экспозиции хардграунда и началом быстрого процесса новой аккумуляции сразу после появления первых организмов второй генерации. Наличие подобной тафофагии подчёркивает важность выделения тафофагий в однотипных палеофациях и ориктоценозах.

3. Среди склеробионтов, обитавших на биогенном субстрате в раннефранском море востока ГДП, были широко развиты корнулитиды, явно тяготевшие к условиям известково-глинистых грунтов с небольшими участками уплотнённого субстрата.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., Васильева О.В. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. М. 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы О-35 – Псков, (N-35), О-36 – Санкт-Петербург. Объяснительная записка. СПб: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 508 с.
2. *Геккер Р.Ф.* Жизнь в девонском море. Палеоэкология девона Ленинградской области. Путеводитель по выставке. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1935. 67 с.
3. *Геккер Р.Ф.* Ископаемая фауна гладкого каменного морского дна (К вопросу о типах каменного морского дна) // Тр. Ин-та геол. АН ЭССР. 1960. Т. 5. С. 199–227.
4. *Геккер Р.Ф.* Тафономические и экологические особенности фауны и флоры Главного девонского поля. М.: Наука, 1983. 144 с.
5. *Цинкобурова М.Г.* Некоторые замечания о характеристике тафофагий (на примере нижнефранских хардграундов Главного девонского поля) // Естественные и технические науки. 2023. № 3 (178). С. 149–154.
6. *Bayer S., Balseiro D., Muñoz D.F., Gordillo S.* Unveiling the consequences of environmental variation and species abundances on beach taphofacies in Bahamas: the role of cementation and exhumation // PALAIOS. 2019. V. 34. P. 300–316.
7. *Boessenecker R.W., Perry F.A., Schmitt J.G.* Comparative Taphonomy, Taphofacies, and Bonebeds of the Mio-Pliocene Purisima Formation, Central California: Strong Physical Control on Marine Vertebrate Preservation in Shallow Marine Settings // PLoS ONE. 2014. 9 (3). P. 1–49.
8. *Brett C.E., Moffat H.A., Taylor W.L.* Echinoderm taphonomy, taphofacies, and Lagerstätten // The Paleontological Society Papers. A publication of The Paleontological Society, Vol. Geobiology of Echinoderms. 1997. P. 147–190.

9. Mahyad M., Safari A., Vaziri-Moghaddam H., Seyrafiyan A. Biofacies, Taphofacies, and Depositional Environments in the North of Neotethys Seaway (Qom Formation, Miocene, Central Iran) // *Russian Geology and Geophysics*. 2019. V. 60, № 12. P. 1368–1384.
10. Moutinho L.P., Scomazzon A.K., Nascimento S., Lemos V.B. Taphofacies of Lower-Middle Pennsylvanian marine invertebrates from the Monte Alegre and Itaituba formations, part of the outcropped marine sequence of the Tapajós Group (Southern Amazonas Basin, Brazil) – regional palaeoecological model // *J. of South American Earth Sciences*. 2016. V. 70. P. 83–114.
11. Rozhnov S.V., Palmer T.D. The origin of the ecosystem of hardgrounds and the ordovician benthic radiation // *Paleontological J*. 1996. V. 30, № 6. P. 688–692.
12. Vinn O., Madison A., Wilson M.A., Toom U. Cornulitid tubeworms and other calcareous tubicolous organisms from the Hirmuse Formation (Katian, Upper Ordovician) of northern Estonia // *J. of Paleontology*. 2022. V. 97, Is. 1. P. 38–46.
13. Vinn O., Toom U. A sparsely encrusted hardground with abundant Trypanites borings from the Llandoverly of the Velise River, western Estonia (Baltica) // *Estonian J. of Earth Sciences*. 2016. 65. P. 19–26.
14. Vinn O., Toom U. Some encrusted hardgrounds from the Ordovician of Estonia (Baltica) // *Carnets de Géologie*. 2015. 15 (7). P. 63–70.
15. Wilson M.A., Palmer T. Hardgrounds and hardgrounds faunas. Wales: University of Wales, 1992. 131 p.
16. Zhuravlev A.V., Sokiran E.V., Evdokimova I.O., Dorofeeva L.A., Rusetskaya G.A., Malkowski K. Faunal and facies changes at the Early–Middle Frasnian boundary in the north-western East European Platform // *Acta Palaeontologica Polonica*. 2006. V. 51, № 4. P. 747–758.
17. Ziegler W., Sandberg C.A. The late Devonian Standard Conodont Zonation. Senckenberg: Courier Forschungsinstitut Senckenberg, Band 121, 1990. 115 p.
18. Zhao F., Caron J-B., Hu S., Zhu M. Quantitative analysis of taphofacies and paleocommunities in the Early Cambrian Chengjiang lagerstätte // *PALAIOS*. 2009. 24 (12). P. 826–839.

## REFERENCES

1. Verbitsky, V.R., Verbitsky, I.V., Vasilieva, O.V., et al., *State geological map of Russian Federation, Scale 1:1 000 000 (third generation), Central European part: pages O-35 – Pskov, (N-35), O-36 – Saint-Petersburg, Description* (Saint-Petersburg: VSEGEI, 2012) (in Russian).
2. Gekker, R.F., *Life in the Devonian Sea. Paleocology of the Devonian of the Leningrad region. Exhibition Guide* (Moscow–Leningrad: Academy of Sciences of USSR, 1935) (in Russian).
3. Gekker, R.F., “Fossil facies of rocky seafloor (On the issue of types of rocky seafloor)”, *Trudy instituta geologii akademii nauk Estonskoj SSR* 5, 199–227 (1960) (in Russian).
4. Gekker, R.F., *Taphonomic and ecological features of the fauna and flora of the Main Devonian field* (Moscow: Nauka, 1983) (in Russian).
5. Tsinkoburova, M.G., “Some remarks on the characteristics of the taphofacies (on the example of the Lower Frasnian hardgrounds of the Main Devonian Field)”, *Yestestvennye i tekhnicheskie nauki* 3 (178), 149–154 (2023) (in Russian).
6. Bayer, S., Balseiro, D., Muñoz, D.F., Gordillo, S., “Unveiling the consequences of environmental variation and species abundances on beach taphofacies in Bahamas: the role of cementation and exhumation”, *PALAIOS* 34, 300–316 (2019).
7. Boessenecker, R.W., Perry, F.A., Schmitt, J.G., “Comparative Taphonomy, Taphofacies, and Bonebeds of the Mio-Pliocene Purisima Formation, Central California: Strong Physical Control on Marine Vertebrate Preservation in Shallow Marine Settings”, *PLoS ONE* 9 (3), 1–49 (2014).

8. Brett, C.E., Moffat, H.A., Taylor, W.L., “Echinoderm taphonomy, taphofacies, and Lagerstätten”, *The Paleontological Society Papers. A publication of The Paleontological Society, V. Geobiology of Echinoderms*, 147–190 (1997).
9. Mahyad, M., Safari, A., Vaziri-Moghaddam, H., Seyrafiyan, A., “Biofacies, Taphofacies, and Depositional Environments in the North of Neotethys Seaway (Qom Formation, Miocene, Central Iran)”, *Russian Geology and Geophysics* **60** (12), 1368–1384 (2019).
10. Moutinho, L.P., Scomazzon, A.K., Nascimento, S., Lemos, V.B., “Taphofacies of Lower-Middle Pennsylvanian marine invertebrates from the Monte Alegre and Itaituba formations, part of the outcropped marine sequence of the Tapajós Group (Southern Amazonas Basin, Brazil) – regional paleoecological model”, *J. of South American Earth Sciences* **70**, 83–114 (2016).
11. Rozhnov, S.V., Palmer, T.D., “The origin of the ecosystem of hardgrounds and the ordovician benthic radiation”, *Paleontological J.* **30** (6), 688–692 (1996).
12. Vinn, O., Madison, A., Wilson, M.A., Toom, U., “Cornulitid tubeworms and other calcareous tubicolous organisms from the Hirmuse Formation (Katian, Upper Ordovician) of northern Estonia”, *J. of Paleontology* **97**, Is. 1, 38–46 (2022).
13. Vinn, O., Toom, U., “A sparsely encrusted hardground with abundant Trypanites borings from the Llandovery of the Velise River, western Estonia (Baltica)”, *Estonian J. of Earth Sciences* **65**, 19–26 (2016).
14. Vinn, O., Toom, U. “Some encrusted hardgrounds from the Ordovician of Estonia (Baltica)”, *Carnets de Géologie* **15** (7), 63–70 (2015).
15. Wilson, M.A., Palmer, T. *Hardgrounds and hardgrounds faunas* (Wales: University of Wales, 1992).
16. Zhuravlev, A.V., Sokiran, E.V., Evdokimova, I.O., Dorofeeva, L.A., Rusetskaya, G.A., Małkowski, K., “Faunal and facies changes at the Early–Middle Frasnian boundary in the north–western East European Platform”, *Acta Palaeontologica Polonica* **51** (4), 747–758 (2006).
17. Ziegler, W., Sandberg, C.A., *The late Devonian Standard Conodont Zonation* (Senckenberg: Courier Forschungsinstitut Senckenberg, Band 121, 1990).
18. Zhao, F., Caron, J-B., Hu, S., Zhu, M., “Quantitative analysis of taphofacies and paleocommunities in the Early Cambrian Chengjiang lagerstätte”, *PALAIOS* **24** (12), 826–839 (2009).