

УДК 551.734.5

## Разрез среднего ордовика (дарривилийский ярус) и верхнего девона (франский ярус) Яхново как уникальный геологический объект востока Главного девонского поля

М. Г. Цинкобурова\*, Д. М. Смирнов, М. Л. Барановская

\*Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, Санкт-Петербург, Россия;  
e-mail: [maschek@mail.ru](mailto:maschek@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2287-9282>

### Информация о статье Реферат

Поступила  
в редакцию  
31.01.2025;  
получена  
после доработки  
20.02.2025;

принята  
к публикации  
28.02.2025

### Ключевые слова:

Главное девонское поле,  
Прибалтийско-Ладужская  
СФЗ, нижний фран,  
карбонатно-терригенные  
породы верхнего девона,  
ихнофоссилии, утраченные  
стратиграфические разрезы

### Для цитирования

В настоящее время в пределах Прибалтийско-Ладужской структурно-фациальной зоны, характеризующейся распространением прибрежно-морских и прибрежно-континентальных отложений нижнего и среднего франа, обнажения коренных пород практически утрачены. В обнажении Яхново вскрываются породы волховской свиты (дарривилий), а также важинской и сясинской свит (нижний фран). В породах волховской свиты зафиксированы комплекс ихнофоссилий мягкого дна с доминирующим ихнородом *Thalassinoides Ehrenberg*, характерным для обстановки сублиторали выше базиса штормовых волн и ниже базиса обычных волн, а также поверхность хардграунда с характерными следами сверления *Trypanites Mägdefrau*. В породах сясинской свиты установлены следы *Arenicolites Salter*, встречающиеся в отложениях зон высокодинамичного мелководья; в осыпи в глыбах известняков обнаружен крупный след артроподы, предположительно относящийся к ихнороду *Rusophycus Hall*, рассматриваемому как домихния (норка) членистоногих. Находки крупных членистоногих ранее не были зафиксированы в породах франа востока Главного девонского поля. В ходе исследования доказана историческая, стратиграфическая, ихнологическая, палеоэкологическая, палеогеографическая ценность разреза Яхново, являющегося фактически единственным обнажением, демонстрирующим особенности карбонатно-терригенного разреза нижнего франа, сформировавшегося в наиболее мелководной зоне раннефранского моря.

Цинкобурова М. Г. и др. Разрез среднего ордовика (дарривилийский ярус) и верхнего девона (франский ярус) Яхново как уникальный геологический объект востока Главного девонского поля. Вестник МГТУ. 2025. Т. 28, № 1. С. 38–48. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2025-28-1-38-48>.

## The outcrop of the Middle Ordovician (Darriwilian stage) and Upper Devonian (Frasnian stage) Yakhново as a unique geological feature in the East of the Main Devonian Field

Maria G. Tsinkoburova\*, Denis M. Smirnov, Maria L. Baranovskaya

\*Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russia;  
e-mail: [maschek@mail.ru](mailto:maschek@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2287-9282>

### Article info

Received  
31.01.2025;

received  
in revised  
20.02.2025;

accepted  
28.02.2025

### Key words:

Main Devonian Field,  
Baltic-Ladoga structural-  
facies zone,  
Lower Frasnian,  
carbonate-terrigenous  
rocks of the Upper  
Devonian, ichnofossils,  
lost stratigraphic sections

### Abstract

At present, within the Baltic-Ladoga structural-facies zone characterized by the distribution of coastal-marine and coastal-continental deposits of the Lower and Middle Frasnian outcrops of bedrock are practically lost. In the Yakhново outcrop, rocks of the Volkhov Formation (Darriwilian), as well as the Vazhinskaya and Syasinskaya Formations (Lower Frasnian) are exposed. The rocks of the Volkhov Formation contain a complex of soft-bottom ichnofossils with the dominant ichnogenus *Thalassinoides Ehrenberg*, characteristic of the sublittoral environment above the base of storm waves and below the base of normal waves, as well as a hardground surface with characteristic traces of *Trypanites Mägdefrau* drilling. Traces of *Arenicolites Salter*, occurring in deposits of highly dynamic shallow water zones, have been established in the rocks of the Syasinskaya Formation; a large arthropod trace was found in limestone blocks in the talus, presumably belonging to the ichnogenus *Rusophycus Hall*, considered as a domihnia (burrow) of arthropods. Findings of large arthropods have not previously been recorded in the Frasnian rocks of the eastern Main Devonian Field. The study has proved the historical, stratigraphic, ichnological, paleoecological, paleogeographic value of the Yakhново section, which is actually the only outcrop demonstrating the features of the carbonate-terrigenous section of the lower Frasnian, formed in the shallowest zone of the early Frasnian Sea.

### For citation

Tsinkoburova, M. G. et al. 2025. The outcrop of the Middle Ordovician (Darriwilian stage) and Upper Devonian (Frasnian stage) Yakhново as a unique geological feature in the East of the Main Devonian Field. *Vestnik of MSTU*, 28(1), pp. 38–48. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2025-28-1-38-48>.

## Введение

Главное девонское поле (ГДП) является уникальной областью площадного распространения глинисто-терригенных и глинисто-карбонатных преимущественно морских пород среднего и верхнего девона на северо-западе Восточно-Европейской платформы. В пределах восточной (русской) части ГДП выделяются две структурно-фациальные зоны (СФЗ): Прибалтийско-Ладожская (север и северо-восток), соответствующая периферийной, наиболее мелководной части морского бассейна и прибрежной суши (прибрежно-морские и прибрежно-континентальные отложения франа) и Изборско-Ильменская (юг, юго-запад), характеризующаяся развитием относительно различных шельфовых фаций позднедевонского морского бассейна (*Вербицкий и др., 2012*). Характер обнаженности в Прибалтийско-Ладожской СФЗ в течение XX в. катастрофически ухудшился. В настоящее время сохраняется только один относительно полный разрез, отражающий литолого-фациальные особенности данной структурно-фациальной зоны, расположенный на правом берегу реки Сясь (ниже деревни Яхново) и охватывающий значительную часть нижнего франа Прибалтийско-Ладожской СФЗ (рис. 1).

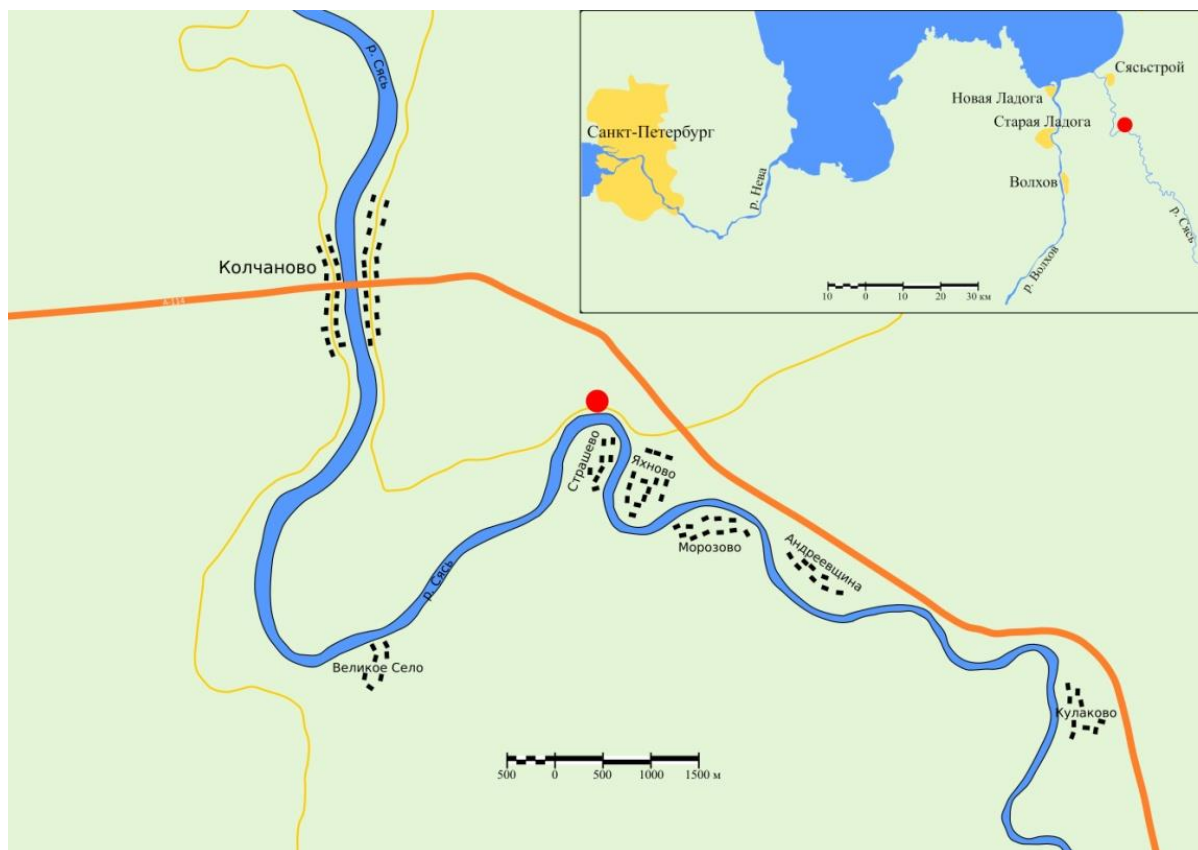


Рис. 1. Схема расположения обнажения Яхново (составлена авторами; обнажение показано красным кружком)  
Fig. 1. The layout of the Yachnovo outcrop (compiled by the authors; the outcrop is shown by the red circle)

Породы девона востока ГДП были описаны Х. Пандером еще в середине XIX в. (*Пандер, 1846*). Первые обобщающие фундаментальные сводки по породам девона европейской части России были сделаны П. Н. Венюковым (*Венюков, 1884; 1886*). В 1922 г. в учебнике по исторической геологии А. А. Борисьяка появилось название Главное девонское поле (*Борисьяк, 1922, с. 136*). В тридцатых годах XX в. большой группой исследователей проводилось детальное литолого-стратиграфическое, палеонтологическое и палеоэкологическое изучение пород девона всей восточной половины ГДП. В результате этих работ Р. Ф. Геккером и Д. В. Обручевым для пород верхнего девона была выделена серия слоев с географическими названиями (*Геккер, 1933; Обручев, 1930*). В середине XX в. (50–70-е гг.) в рамках формирования унифицированных стратиграфических схем девона Восточно-Европейской платформы по всей территории ГДП проходили детальнейшие стратиграфические исследования (*Сорокин, 1978*). Новейшие и современные литолого-стратиграфические и палеонтологические работы по изучению пород франа востока ГДП касались в первую очередь западной Изборско-Ильменской СФЗ.

## Материалы и методы

Авторами были изучены опубликованные и фондовые материалы, посвященные Прибалтийско-Ладожской СФЗ, и проведены рекогносцировочные исследования мест наиболее известных обнажений

зоны (Гверстовка, Горка Хваловская, Хвалово, Столбово, Кулаково, Яхново, Монцево, Колчаново). Обнажение Яхново-Монцево было послонно описано и опробовано; выделенным слоям впервые дана ихнологическая характеристика.

#### *Краткая геологическая характеристика девона Прибалтийско-Ладужской СФЗ*

Важной особенностью нижнефранских пород ГДП является их интенсивная литолого-фациальная изменчивость как по разрезу, так и по латерали. В Изборско-Ильменской СФЗ основной объем нижнего франа характеризуется преобладанием карбонатов, образовавшихся в обстановке мелководья и открытой части морского бассейна с меняющимся режимом солености; разрезы нижнего франа Прибалтийско-Ладужской СФЗ отличаются доминированием терригенных пород прибрежно-морского и прибрежно-континентального генезиса. В раннефранское время происходили как медленные крупноамплитудные, так и быстрые малоамплитудные колебания уровня моря, что отразилось на пространственном распространении фаций.

В Прибалтийско-Ладужской СФЗ в основании разреза нижнего франа расположена важинская свита (таблица), представленная в нижней части красноцветными песчано-алевритовыми отложениями континентального генезиса, а в верхней – разноцветными плотными глинами и алевролитами, голубовато-светло-серыми песками и песчаниками с линзами глин (*Вербицкий и др., 2012*). Выше по разрезу согласно залегает сясинская свита, сложенная в нижней части тонкокristаллическими серыми, пятнисто-зеленовато-серыми доломитами с прослоями зеленовато-серых фиолетовых мергелей. В средней части свита представлена темно-серыми с фиолетовыми пятнами микрокristаллическими доломитами, переходящими вверх по разрезу в серые, неравномерно доломитизированные известняки с тонкими прослоями пестроокрашенных глин и ракушечников. Верхняя часть сложена чередующимися слоями мощностью 0,05–1,60 м светло- и зеленовато-серых неравномерно глинистых органогенных и органогенно-детритовых известняков, мергелей, ракушечников и глин (*Вербицкий и др., 2012*). Маловишерская свита (средний фран) несогласно перекрывает отложения сясинской свиты. Свита сложена красно-бурными, зеленовато-серыми и пестроокрашенными глинами, алевролитами, мелкозернистыми песками и песчаниками с редкими маломощными (менее 2 м) прослоями мергелей (*Вербицкий и др., 2012*).

Таблица. Соотношение местных и региональных подразделений нижнего и среднего франа в Прибалтийско-Ладужской СФЗ (*Иванов, 2023*)

Table. The ratio of local and regional stratigraphic divisions of the Lower and Middle Frasnian in the Baltic-Ladoga structural-facies zone (*Ivanov, 2023*)

Горизонт	Слои с географическим названием	Свита
Даугавский	Бурегские	Маловишерская
	Ильменские	
	Свинордские	
	Порховские	
Дубниковский	Дубниковские	Сясинская
Плявинский	Чудовские	
	Псковские	
	Снетогорские	
Аматский	Подснетогорские	Важинская

#### *Геологическая характеристика разреза Яхново*

Разрез Яхново располагается в восточной части Прибалтийско-Ладужской СФЗ (рис. 1). В данном обнажении у уреза воды вскрывается толща переслаивания серовато-зеленых микритовых глауконитовых (с редкими зернами глауконита) известняков (мадстоунов) с пестроцветными биокластовыми глауконитовыми известняками (вакстоунами-грейнстоунами); биокласты представлены несортированными фрагментами панцирей трилобитов и створок ринхонеллиформных брахиопод; наблюдаются единичные маломощные прослои известковистых серовато-зеленых глин. Толща глауконитовых известняков относится к волховской свите среднего ордовика. Видимая мощность пород ордовика колеблется в диапазоне от 2–2,5 до 4,5 м (в зависимости от сезонных изменений уровня реки). Разрез пород девона начинается с важинской свиты и заканчивается нижней частью сясинской свиты (рис. 2).

Нижняя часть важинской свиты в обнажении представлена пятнистоокрашенными, светло-зелеными в свежем сколе, бежевыми на выветрелой поверхности, толстоплитчатыми, известковистыми мелкозернистыми песчаниками; выше залегают бежевые тонкозернистые песчаники с тонкой, отчетливой субгоризонтальной слоистостью, подчеркнутой прослоями песчаников, обогащенных слюдой. В верхней пачке песчаников наблюдаются следы зарывания, выделяющиеся ожелезнением.

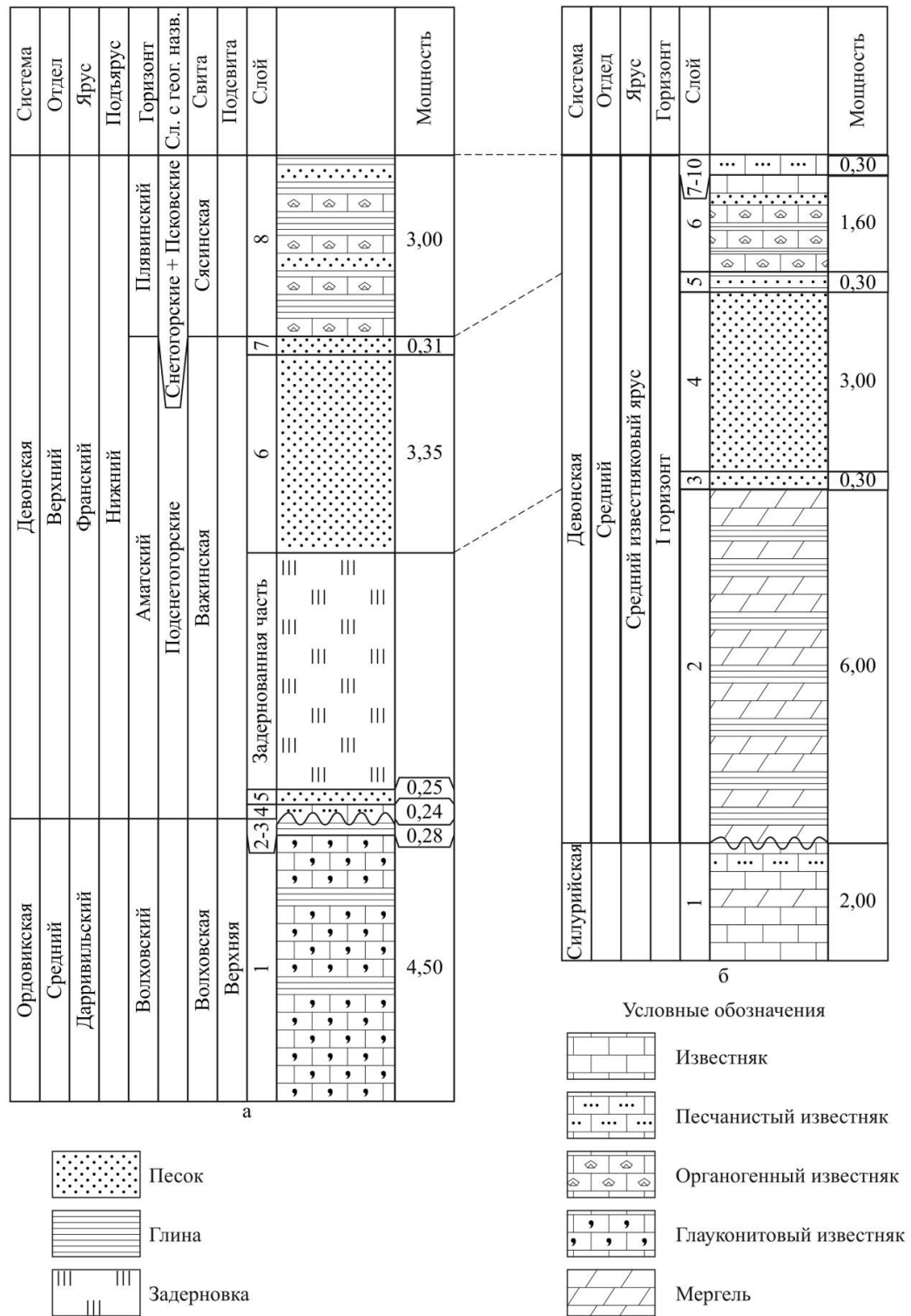


Рис. 2. Стратиграфическая колонка (обнажение Яхново), составленная:  
 а – по результатам полевого изучения, выполненного авторами в 2024 г.;  
 б – по описанию П. Н. Венюкова<sup>1</sup> (Венюков, 1884; 1886)  
 Fig. 2. Stratigraphic column, Yakhново outcrop: а – compiled according to the results  
 of the field study carried out by the authors, 2024; б – compiled according to the description  
 of P. N. Venyukov (Venyukov, 1884; 1886)

<sup>1</sup>Стратиграфическое расчленение представлено по описанию П. Н. Венюкова (согласно принятому в конце XIX в.); отложения ордовика интерпретировались как отложения нижнего силура; карбонатно-терригенная и карбонатная толща верхнего девона рассматривалась в составе среднего девона.

Сясинская свита представлена переслаивающимися пестроцветными мелкозернистыми песчаниками (слабо сцементированными в нижней части свиты и сильно сцементированными известковистыми в верхней части обнажения свиты), голубыми и вишневыми глинами с подчиненными прослоями тонкоплитчатых (толщина плиток 1–5 см) серых брахиоподовых ракушняков [сложенных преимущественно целыми раковинами, реже – створками ринхонеллиформных брахиопод *Ripidiorhynchus livonicus* (Buch.) или *Ladogia meyerdorfi* (Vern.), детритом панцирных рыб] и пестроцветных микро-биокластовых известняков (биокласты представлены мелким детритом ринхонеллиформных брахиопод). В песчаниках также зафиксированы ветвистые следы илоедов, подчеркнутые ожелезнением.

Несмотря на значительную степень утраты разреза Яхново, отчетливо видную при сопоставлении описаний и фотографий разреза XIX – начала XX вв. (рис. 2–4), данное обнажение и в настоящее время можно рассматривать как опорный разрез основания франа Прибалтийско-Ладожской СФЗ. С другой стороны, сопоставление характера и состояния стратиграфического разреза в настоящее время и по литературным данным дает возможность увидеть меру утраты стратиграфического разреза за последние сто лет и косвенно оценить интенсивность геодинамических процессов.



Рис. 3. Обнажение толщи переслаивания пестроцветных глин, ракушняков и глинистых известняков сясинской свиты (вскрытое свежим оползнем; нижний фран; Яхново, апрель 2023 г.; фото автора)

Fig. 3. Outcrop of the thickness of the interlayers of variegated clays, shell rocks and clay limestones from the Syas' formation (Lower Frasnian, exposed by a fresh landslide, Yakhново, April 2023; photo by the author)

#### *Историческая ценность разреза Яхново*

Обнажение Яхново не только является единственным наиболее полно сохранившимся обнажением Прибалтийско-Ладожской СФЗ, но и особо ценным геологическим объектом северо-запада Русской плиты. Описание обнажения Яхново вошло в золотой фонд классической геологической литературы. Как было отмечено выше, особенности геологического строения этой части ГДП впервые отмечаются еще в работах первой половины XIX в. Первое подробное послойное описание обнажения вблизи Яхново, именованного тогда как обнажение вблизи деревни Монцево, было сделано Х. Пандером (*Пандер, 1846*); подробные описания разреза Яхново-Монцево содержатся в работах основоположника стратиграфии девона европейской части России П. Н. Венюкова (*Венюков, 1884; 1886*); о примечательной особенности обнажения, заключающейся в том, что "плитный или нижний известняк непосредственно прикрыт девонскими пластами", сообщал также Р. Мурчисон (*Мурчисон и др., 1849, с. 170*).

Последнее обуславливает также одну из стратиграфических ценностей разреза – уникальную возможность наблюдения в обнажении двух различных комплексов пород, образовавшихся в течение двух этапов формирования осадочного чехла северо-запада Русской плиты (синкаледонского и сингерцинского). Залегание пород девона на размытой поверхности пород среднего ордовика можно также наблюдать в маленьком обнажении у деревни Бор (Ленинградская область, Волховский район) на левом берегу реки Волхов, но состояние данного обнажения и степень его доступности четко регулируется спуском воды в реке Волхов. Помимо этого, именно обнажение Яхново представляет собой наиболее полно сохранившийся на данный момент разрез сясинской свиты, характеризующий начальный этап интенсивно развивавшейся плявинской (раннефранской) трансгрессии в наиболее периферийной части морского бассейна. К сожалению, за XX век описываемое обнажение сильно заросло (берег практически полностью залесен, рис. 5) и оплыло; в настоящее время протяженное обнажение в полном описанном объеме отсутствуют, а исходный

стратиграфический объем получается посредством обобщения данных по серии мелких, разрозненных обнажений (рис. 3–5).



Рис. 4. Обнажение Монцево (совр. Яхново) на реке Сясь, 1929 г. (из фотоархива семьи Д. В. Обручева) (Лебедев, 2023)  
Fig. 4. Montsevo outcrop (modern Yakhново) on the Syas' River, 1929 (from the photo archive of the D. V. Obruchev family) (Lebedev, 2023)



Рис. 5. Современный вид берега реки Сясь (сентябрь 2024 г.; фото автора) в районе бывшего обнажения Яхново; место примерно соответствует месту, показанному на фотографии (рис. 4)  
Fig. 5. Modern view of the Syas' River bank (September 2024; photo by the author) in the area of the former Yakhново outcrop; the location roughly corresponds to the place of the photo in Fig. 4

## Результаты и обсуждение

В карбонатных и терригенных породах как ордовика, так и верхнего девона обнаружены два уровня (в волховской свите и верхней части важинской свиты), характеризующиеся довольно разнообразными комплексами ихнофоссилий. Ихнокомплексы пород нижнего франа востока ГДП (Изборско-Ильменской и Прибалтийской Ладужской СФЗ) детально никем не изучались.

### Комплекс ихнофоссилий волховской свиты

Согласно исследованиям А. Дронова, Р. Микулаша (Dronov et al., 2010), в известняках волховской свиты обнажения Яхново встречаются систематически разнообразные ихнофоссилии, свойственные крузиановой ихнофаии (Knaust, 2017; Seilacher, 2007), обнаруженные в породах свиты и в других районах: *Thalassinoides*, *Palaeophycus*. Следы *Thalassinoides* широко развиты в нижнем, обнажающемся в период межени у самой кромки воды, слое известняков, где степень биотурбации на отдельных участках достигает 80 % (рис. 6, а).

Помимо этого, следы *Thalassinoides* можно наблюдать в многочисленных глыбах известняков в осыпи обнажения (рис. 6, б). Этот комплекс ихнофоссилий характеризует обстановку сублиторали выше базиса штормовых волн и ниже базиса обычных волн. Следы *Thalassinoides* и *Palaeophycus* предположительно являются домихниями (Knaust, 2017). По литературным данным, в волховских известняках Яхново также были обнаружены следы *Bergaueria* (Dronov et al., 2010), типичные для более высокодинамичных мелководных условий и сколитовой ихнофаии (Knaust, 2017), однако в других районах распространения пород волховской свиты авторы встречали следы *Bergaueria* совместно с *Thalassinoides* в крузиановой ихнофаии. Как и вышеприведенные ихнороды, следы *Bergaueria* рассматриваются как домихния (Knaust, 2017). В средней части пачки известняков волховского возраста наблюдается хардграунд со следами биоэрозии *Trypanites heckeri*. Судя по тому, что длина следов биоэрозии не превышает 2 мм, следы *Trypanites heckeri* сильно эродированы.

### Комплекс ихнофоссилий важинской свиты

Комплекс ихнофоссилий важинской свиты наблюдается в пестроцветных железистых слабо сцементированных песчаниках в верхней части важинской свиты (рис. 2). Это относительно редкие ихнофоссилии (индекс биотурбации около 25 %), представленные субвертикально ориентированными

U-образной и дугообразной формы следами без футеровки и шпрейтов; диаметр одного хода достигает 1–2 мм, расстояние между ветвями 1–2 см.



Рис. 6. Следы *Thalassinoides* Ehrenberg в известняках волховской свиты (дарривилий), Яхново: а – на эродированной поверхности известняков; б – глыбы пестроцветных биокластовых известняков с фрагментами крупных следов *Thalassinoides* (фото автора)

Fig. 6. Traces of *Thalassinoides* Ehrenberg in limestones of the Volkhov formation (Darriwilian), Yakhново: а – on the eroded limestone surface; б – blocks of variegated bioclastic limestones with fragments of large traces of *Thalassinoides* (photo by the author)

Согласно указанным признакам следы рассматриваются как *Arenicolites* Salter (Knaust, 2017) (рис. 7). Следы *Arenicolites* встречаются в сколитовой ихнофации, характерной для высокодинамичного мелководья. Следообразователями *Arenicolites* являлись черви-фильтраторы, многие из которых были способны обитать в условиях ненормальной солености; следы относятся к домихниям. В этой же пачке встречаются ветвящиеся следы зарывания более сложной морфологии; Д. Кнаутом были обнаружены морфологически схожие следы, представляющие накладывающиеся друга на друга скопления следов *Arenicolites* (Knaust, 2017).



Рис. 7. Следы *Arenicolites* Salter в песчаниках важинской свиты (фото автора)

Fig. 7. Traces of *Arenicolites* Salter in the sandstones of the Vazhinka formation (photo by the author)

Интересные сборы ихнофоссилий песчаной толщи были сделаны авторами в осыпи обнажения. Так, была обнаружена плитка красного сильно сцементированного мелкозернистого ожелезненного песчаника, на поверхности которой наблюдались два ихнорода, характерные для обстановок сколитовой ихнофации (условия высокоэнергетического морского мелководья), – плоский, очень низкий диск диаметром 2,5 см, напоминающий фрагмент *Bergaueria sucta* Seilacher (Jensen, 1997). Данные следы рассматриваются как домихния (следы обитания) или кубихния (следы покоя) анемонов (Knaust, 2017). Однако, в отличие от привычного положения апертуры следа *Bergaueria* параллельно поверхности напластования, данный диск ориентирован под небольшим углом к предполагаемой поверхности напластования. В этом же образце были обнаружены следы, относящиеся к ихнороду *Palaeophycus* Hall (ориентированные параллельно поверхности напластования прямой цилиндрической формы туннели, шириной до 0,3 см и длиной до 9 см, с заполнением идентичным вмещающей породе); этот ихнород рассматривается как домихния червей-фильтраторов.

#### Ихнокомплексы в породах сясинской свиты

В осыпи авторами была найдена глыба пестроцветных песчанистых известняков (относящихся к микро-биокластовым известнякам с крупными биокластами фрагментов створок *Ripidiorhynchus livonicus* (Buch), сясинская свита), содержащая крупные, сложной морфологии следы. Это гипоглифы, имеющие вид двулопастной

структуры, состоящей из разноориентированных крупных веточек (длиной до 9 см, шириной до 1 см), покрытых тонкими "струйками" (рис. 8). Характер ихнофоссилии позволяет уверенно рассматривать описываемый след как след членистоногих и относить к крузиановой ихнофации. Сложная морфология и крупные размеры позволяют предположительно отнести найденный след к ихнороду *Rusophycus* Hall (рис. 8). Описываемый ихнород является полифациальным, но чаще рассматривается как домихния членистоногих в составе крузиановой ихнофации. Находки крупных членистоногих до этого не были зафиксированы в породах франа востока ГДП.

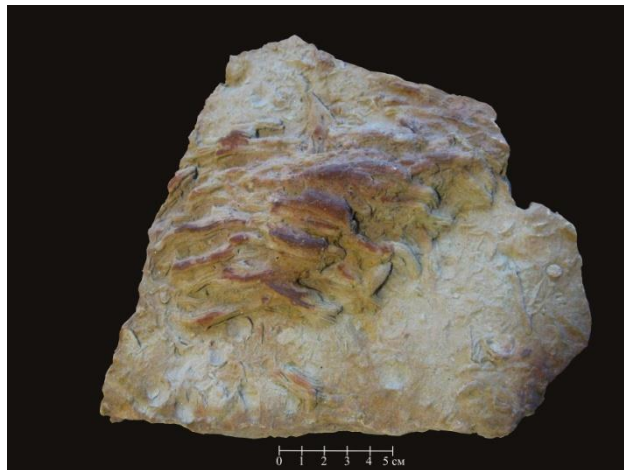


Рис. 8. *Rusophycus* Hall в глыбах песчаных известняков из сясинской свиты (фото автора)  
Fig. 8. *Rusophycus* Hall in blocks of sandy limestones from the Syas' formation (photo by the author)

Характеризуя установленные на данный момент ихнокомплексы в породах сясинской свиты, можно определить последовательность смены ихнофаций: сколитовая (в основании сясинской свиты, в слабосцементированных красных песчаниках); крузиановая (вышележащие пачки известняков). Эта последовательность соответствует классической последовательности ихнофаций А. Зейлахера (*Seilacher, 2007*), характеризующей обстановку уменьшения интенсивности гидродинамики придонных вод и/или увеличения глубины бассейна. Выявленные ихнокомплексы в породах сясинской свиты наглядно отражают нестабильный режим осадконакопления периферийной части раннефранского морского бассейна. Особую ценность ихнокомплексам обнажения Яхново придает возможность увидеть в одном обнажении ихнокомплексы мелководного шельфа ордовика и девона, соответствующие разным эволюционным стадиям развития следообразователей в палеозое (*Mangano et al., 2015*).

В осыпи обнажения Яхново в плитке девонских известняков-ракушняков из сясинской свиты были обнаружены три теки (крупная и маленькая, целые и фрагмент) эдριοастероидей – редкого класса ископаемых иглокожих (рис. 9).



Рис. 9. Эдριοастероидеи в плитке девонских известняков из сясинской свиты, обнаруженные в осыпи обнажения Яхново (фото автора)  
Fig. 9. Edrioasteroids in the Devonian limestone tiles from the Syas' formation found in the talus of the Yakhnovo outcrop (photo by the author)



Однозначно принадлежность плитки с эдриоастероидеями ракушнякам девона была установлена по обнаруженным в плитке створкам ринхонеллиформных брахиопод *Ladogia meyendorfi* (Vern.) (зональному виду нижнего франа ГДП). Р. Ф. Геккер отмечал редкость находок эдриоастероидей на ГДП; лишь один экземпляр *Lepidodiscus aff. ephraemovianus* (Vog.) был обнаружен в чудовских слоях на реке Шелонь (Изборско-Ильменская СФЗ) (Геккер, 1983). Р. Ф. Геккер описывает данный вид как прирастающий бентос хардграундов. Наличие горизонтов хардграунтов было зафиксировано в нижнефранских породах реки Сясь (Геккер, 1983; Сорокин, 1978). Находка эдриоастероидей в породах нижнего франа обнажения Яхново позволяет по-новому взглянуть на палеобиотопы морского мелководья периферийной части раннефранского моря и добавляет информацию об особенностях расселения эдриоастероидей во фране.

К сожалению, во второй половине XX в. подавляющее большинство обнажений Прибалтийско-Ладожской СФЗ оказались утрачены в силу как естественных, так и антропогенных факторов (Цинкобурова и др., 2024). Сохранности разрезов не способствовал даже статус стратотипов местных и субрегиональных стратиграфических подразделений; подобные стратотипы должны рассматриваться как геологические памятники местного и регионального значения (Ланно и др., 1993).

### Заключение

Обнажение Яхново является фактически единственным обнажением, демонстрирующим особенности карбонатно-терригенного разреза нижнего франа, сформировавшегося в наиболее мелководной зоне раннефранского моря. Научная ценность разреза Яхново обусловлена наличием в разрезе контакта пород среднего ордовика и девона, соответствующих разным этапам формирования осадочного чехла северо-запада Русской плиты, а также ихнологическими особенностями пород ордовика и девона в описываемом разрезе.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Библиографический список

- Борисяк А. А. Курс исторической геологии (геологические периоды). Пг. : Гос. изд-во, 1922. XVI. 452 с.
- Венюков П. Н. Отложения девонской системы Европейской России. Опыт их подразделения и параллелизации. СПб., 1884. 303 с.
- Венюков П. Н. Фауна девонской системы северо-западной и центральной России // Труды СПб. общества естествоиспытателей. 1886. Т. XVII. 292 с.
- Вербицкий В. Р., Вербицкий И. В., Васильева О. В. [и др.]. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 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.
- Геккер Р. Ф. Тафономические и экологические особенности фауны и флоры Главного девонского поля. М. : Наука, 1983. 144 с.
- Геккер Р. Ф. Карбонатные породы девонских отложений // Карбонатные породы Ленинградской области, Северного края и Карельской АССР / под общ. ред. Е. П. Брунс, С. Г. Вишнякова. Л. ; М. ; Гос. науч.-техн. горно-геол. нефт. изд-во, 1933. С. 16–43. (Ленинградская область ; вып. 2).
- Иванов А. О. Комплексы позвоночных и зоны верхнего живета и нижнего франа Восточно-Европейской платформы и Урала // Вестник геонаук. 2023. № 1(337). С. 23–29. DOI: <https://doi.org/10.19110/geov.2023.1.3>. EDN: YTCRMR.
- Лаппо А. В., Давыдов В. И., Пашкевич Н. Г., Петров В. В. [и др.]. Методические основы изучения геологических памятников природы России // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1993. Т. 1, № 6. С. 75–83.
- Лебедев О. А. Девонский мечтатель. Дмитрий Владимирович Обручев. К 120-летию со дня рождения. М. : РАН, 2023. 142 с.
- Мурчисон Р. И., Вернейль Ф. Э., Кейзерлинг А. А. Геологическое описание Европейской России и хребта Уральского. В 2 ч. СПб. : Тип. ИАН, 1849. Ч. 1. 1141 с.
- Обручев Д. В. Значение ихтиофауны для стратиграфии северо-западного девона // Известия Главного геологоразведочного управления. 1930. Т. 49, № 9. С. 1138–1145.
- Пандер Х. Отчет в геогностических исследованиях, произведенных Коллежским и в некоторых уездах Владимирской и Калужской губерний Советником Пандером, летом 1845 года, по линии С. Петербурго-Московской железной дороги (Перевод Г. Поручика Ерофеева с рукописи) // Горный журнал. 1846. Кн. X. С. 1–86.
- Сорокин В. С. Этапы развития северо-запада Русской платформы во франском веке. Рига : Зинатне, 1978. 282 с.

- Цинкобурова М. Г., Норова Л. П., Смирнов Д. М., Барановская М. Л. Об утрате объектов геологического наследия Главного девонского поля // Горный журнал. 2024. № 9. С. 90–96. DOI: <https://doi.org/10.17580/gzh.2024.09.14>. EDN: PMVQUE.
- Dronov A., Mikuláš R. Paleozoic ichnology of St. Petersburg region. Excursion Guidebook // Труды геологического института = Transactions of the Geological institute. 2010. Vol. 596. 70 p.
- Jensen S. Trace fossils from the Lower Cambrian Mickwitzia sandstone, south-central Sweden // Fossils and Strata. 1997. № 42. P. 1–111. DOI: <https://doi.org/10.18261/8200376656-1997-01>.
- Knaust D. Atlas of trace fossils in well core. Appearance, taxonomy and interpretation. Springer, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-49837-9>.
- Mángano M. G., Buatois L. A. The trace-fossil record of tidal flats through the Phanerozoic: Evolutionary innovations and faunal turnover / ed. McIlroy D. // ICHNOLOGY: Papers from ICHNIA III: Geological Association of Canada, Miscellaneous Publication. Vol. 9, 2015. P. 157–177.
- Seilacher A. Trace fossil analysis. Springer Berlin, Heidelberg, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-47226-1>.

## References

- Borisyak, A. A. 1922. Course of Historical Geology (geological periods). Petrograd. (In Russ.)
- Venyukov, P. N. 1884. Deposits of the Devonian system of European Russia. The experience of their division and parallelization. Saint Petersburg. (In Russ.)
- Venyukov, P. N. 1886. Devonian system of north-western and central Russia. *Trudy Sankt-peterburgskogo obshchestva estestvoispytatelej*, XVII, pp. 1–292. (In Russ.)
- Verbiczkij, V. R., Verbiczkij, I. V., Vasil`eva, O. V. et al. 2012. The State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). The series is Central European. Sheets O-35 – Pskov, (N-35), O-36 – Saint Petersburg. An explanatory note. Saint Petersburg. (In Russ.)
- Gekker, R. F. 1983. Taphonomic and ecological features of the fauna and flora of the Main Devonian Field. Moscow. (In Russ.)
- Gekker, R. F. 1933. Carbonate rocks of Devonian deposits. In *Carbonate rocks of the Leningrad region, Northern Territory and the Karelian ASSR*. Eds. E. P. Bruns, S. G. Vishnyakov. Leningrad, pp. 16–43. (In Russ.)
- Ivanov, A. O. 2023. Vertebrate complexes and zones of the Upper Tibet and Lower Fran of the East European Platform and the Urals. *Vestnik of Geosciences*, 1(337), pp. 23–29. DOI: <https://doi.org/10.19110/geov.2023.1.3>. EDN: YTCRMR. (In Russ.)
- Lappo, A. V., Davydov, V. I., Pashkevich, N. G., Petrov, V. V. et al. 1993. Methodological foundations of the study of geological natural monuments of Russia. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 1(6), pp. 75–83. (In Russ.)
- Lebedev, O. A. 2023. Devonian dreamer Dmitry Vladimirovich Obruchev. On the 120th anniversary of his birth. Moscow. (In Russ.)
- Murchison, R. I., Vernejl, F. E., Kejzerling, A. A. 1849. Geological description of European Russia and the Ural Ridge. In 2 parts. Saint Petersburg. (In Russ.)
- Obruchev, D. V. 1930. The importance of ichthyofauna for the stratigraphy of Northwestern Devonian. *Izvestiya GGRU*, 49(9), pp. 1138–1145. (In Russ.)
- Pander, H. 1846. Report on the geognostic studies carried out by Kollezhsy and in some counties of the Vladimir and Kaluga provinces by Councilor Pender, in the summer of 1845, along the line of the St. Petersburg – Moscow Railway (Translated by G. Lieutenant Yerofeyev from the manuscript). *Gornyjzhurnal*, X, pp. 1–86. (In Russ.)
- Sorokin, V. S. 1978. Stages of development of the northwest of the Russian platform in the Frasnian age. Riga. (In Russ.)
- Tsinkoburova, M. G., Norova, L. P., Sмирнов, D. M., Барановская, M. L. 2024. About the loss of geological heritage sites of the Main Devonian Field. *Gornyi Zhurnal*, 9, pp. 90–96. DOI: <https://doi.org/10.17580/gzh.2024.09.14>. EDN: PMVQUE. (In Russ.)
- Dronov, A., Mikuláš, R. 2010. Paleozoic ichnology of St. Petersburg region. Excursion Guidebook. *Transactions of the Geological institute*, 596.
- Jensen, S. 1997. Trace fossils from the Lower Cambrian Mickwitzia sandstone, south-central Sweden. *Fossils and Strata*, 42, pp. 1–111. DOI: <https://doi.org/10.18261/8200376656-1997-01>.
- Knaust, D. 2017. Atlas of trace fossils in well core. Appearance, taxonomy and interpretation. Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-49837-9>.
- Mángano, M. G., Buatois, L. A. 2015. The trace-fossil record of tidal flats through the Phanerozoic: Evolutionary innovations and faunal turnover. Ed. McIlroy D. *ICHNOLOGY: Papers from ICHNIA III: Geological Association of Canada, Miscellaneous Publication*, 9, pp. 157–177.
- Seilacher, A. 2007. Trace fossil analysis. Springer Berlin, Heidelberg. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-47226-1>.

### Сведения об авторах

**Цинкобурова Мария Георгиевна** – 21-я линия, 2, Санкт-Петербург, Россия, 199106;  
Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, канд. геол.-минерал. наук, доцент;  
e-mail: maschek@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2287-9282>

**Maria G. Tsinkoburova** – 2, 21st Line, Saint Petersburg, Russia, 199106;  
Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, Cand. Sci. (Geol. & Miner.), Associate Professor;  
e-mail: maschek@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2287-9282>

**Смирнов Денис Михайлович** – 21-я линия, 2, Санкт-Петербург, Россия, 199106;  
Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, аспирант;  
e-mail: dms-51@yandex.ru

**Denis M. Smirnov** – 2, 21st Line, Saint Petersburg, Russia, 199106;  
Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, Ph.D. Student;  
e-mail: dms-51@yandex.ru

**Барановская Мария Леонидовна** – 21-я линия, 2, Санкт-Петербург, Россия, 199106;  
Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, студент;  
e-mail: fluffyplumpunicorn@gmail.com

**Maria L. Baranovskaya** – 2, 21st Line, Saint Petersburg, Russia, 199106;  
Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, Student;  
e-mail: fluffyplumpunicorn@gmail.com