

УДК 551.733.12.022.4(470.23/.24)
DOI: 10.52349/0869-7892_2023_96_5-26

Г. С. Искюль (*Институт Карпинского*)

ЛИТОСТРАТИГРАФИЯ СРЕДНЕОРДОВИКСКИХ (ДАРРИВИЛЬСКИХ) ОТЛОЖЕНИЙ РЕКИ ВОЛХОВ, СЕВЕРО-ЗАПАД РОССИИ: 1. КУНДАСКИЙ ГОРИЗОНТ

В статье предлагается детальное литостратиграфическое расчленение опорного разреза кундаского горизонта (средний ордовик) на р. Волхов. Разрез подразделен на 35 пластов, группирующихся в 8 пачек; нижняя пачка отнесена к волховской свите (хамонтовская), основная часть – к обуховской свите (яхновская, сяская, званковская, извозская, ильинская, чернавинская, симанковская). Нижний и верхний «чечевичные слои» рассматриваются только как неформальные подразделения. Границы пластов и пачек (литогоризонты), поверхности перерыва и другие литологические маркеры увязаны с трилобитовой зональностью. Литогоризонты прослежены от р. Волхов по всему Ингерманландскому глинту на расстояние более 200 км и служат основой детальной корреляции разрезов.

Ключевые слова: ордовик, стратиграфия, литология, трилобиты, кундаский горизонт, Волхов, Лынна.

G. S. Iskül (*Karpinsky Institute*)

LITHOSTRATIGRAPHY OF THE MIDDLE ORDOVICIAN (DARRIWILIAN) DEPOSITS OF THE VOLKHOV RIVER, NORTH-WEST RUSSIA: 1. KUNDA REGIONAL STAGE

We propose a detailed lithostratigraphic description of the key section of the Kunda Regional Stage (Middle Ordovician) on the Volkhov River. The section is subdivided into 35 beds, grouped into 8 members; the lowerest Khamontovo Member belongs to the Volkhov Formation, the overlying Yakhnov, Syas, Zvanka, Izvoz, Ilinskoye, Chernavino and Simankovo Members form the Obukhovo Formation. The lower and upper "Oolite Beds" are considered only as informal subdivisions. The lithological markers (bed boundaries, discontinuity surfaces, etc.) are compared with trilobite zones and serve for a detailed correlation of Kunda deposits along the Ingermanland Klint (more than 200 km).

Keywords: Ordovician, stratigraphy, lithology, trilobites, Kunda Stage, Volkhov, Lynna.

Для цитирования: Искюль Г. С. Литостратиграфия среднеордовикских (дарривильских) отложений реки Волхов, Северо-Запад России: 1. Кундаский горизонт // Региональная геология и металлогения. – 2023. – № 96. – С. 5–26. DOI: 10.52349/0869-7892_2023_96_5-26

Введение. Восточная Балтоскандия (Эстония, Северо-Запад России) представляет собой один из ключевых районов для изучения седиментологических и биотических событий, имевших место в ордовикской истории палеоконтинента Балтика. Поле ордовикских отложений, вытянутое примерно параллельно южному склону Балтийского щита, ограничено с севера денудационным уступом – Балтийско-Ладожским глинтом. Большинство обнажений приурочено к долинам рек, пересекающих глинт. Разрез нижнего–среднего ордовика в нижнем течении р. Волхов является одним из наиболее представительных на глинте [15; 16] и опорным для Волховской конфации в понимании С. Мяги [17]. Его карбонатная часть соответствует биллингенскому–ухакусскому горизонтам [6; 18]. Этот разрез имеет ключевое зна-

чение для уточнения секвенс-стратиграфической модели карбонатного ордовика и переинтерпретации данных бурения, полученных в 1950–1960-х годы. Однако в деталях изучена лишь нижняя часть карбонатного разреза (биллингенский и волховский горизонты), тогда как основная верхняя часть (кундаский–ухакусский горизонты) требует литостратиграфической ревизии. Это обстоятельство побудило автора провести послыное изучение кундаско-ухакусской части разреза р. Волхов для того, чтобы выявить основные черты строения, выделить литостратиграфические маркеры и на этой основе уточнить и детализировать литостратиграфическое расчленение. В данной статье приводятся результаты для кундаских отложений, составляющих по мощности не более трети всей изученной последовательности, но

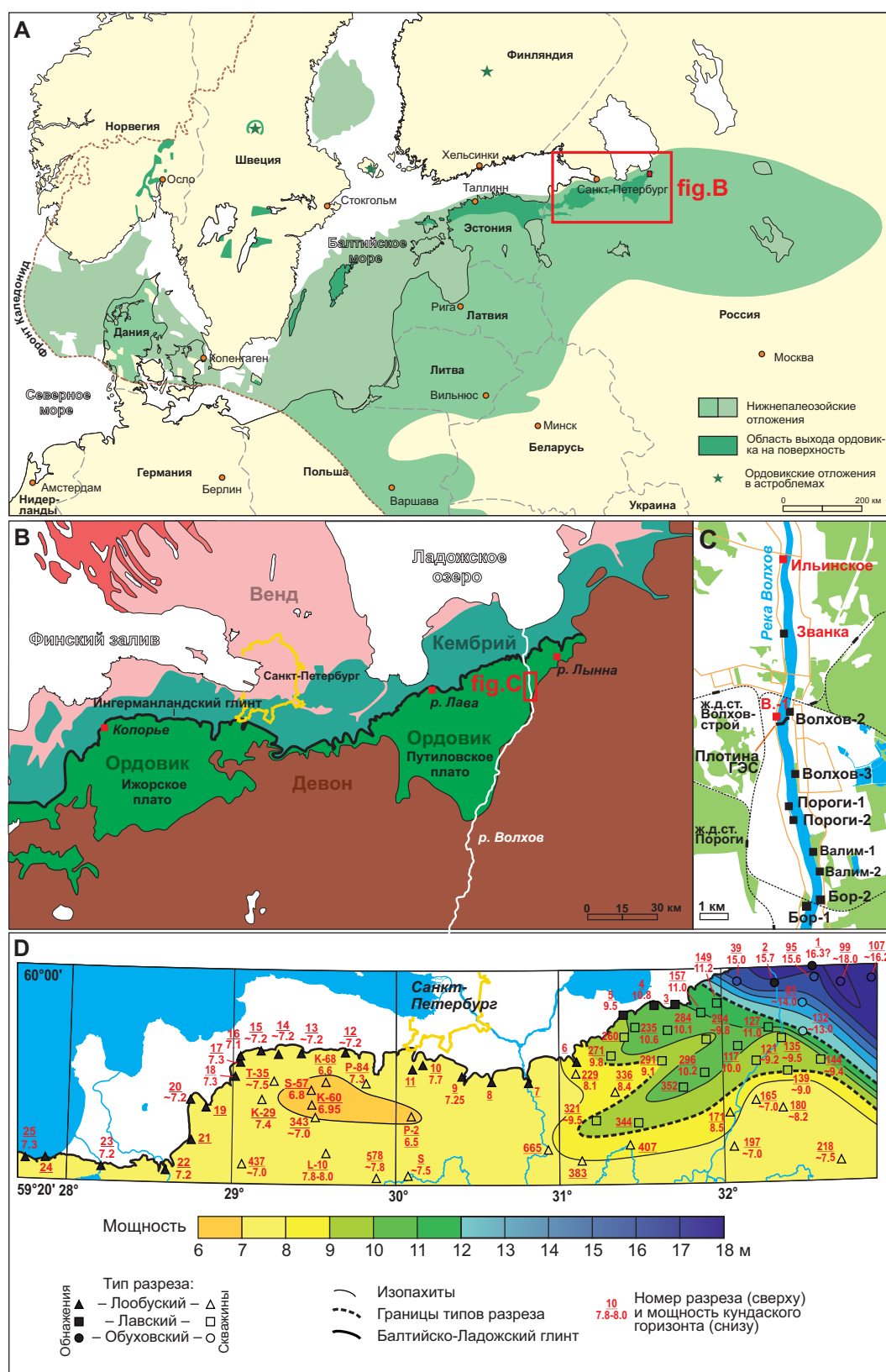


Рис. 1. А – распространение нижнепалеозойских отложений в Северной Европе по [27], с изменениями. В – геологическая карта Ингерманландского глинта и прилегающих территорий с указанием обнажений, упоминаемых в тексте. С – расположение изученных обнажений на р. Волхов. D – типы разреза и мощности кундского горизонта на Ингерманландском глинте

Номера разрезов: 1 – р. Лына, 2 – р. Волхов, «Ильинское», 3 – карьер Канцы, 4 – р. Лава, 5 – карьер Путилово, 6 – р. Мга, 7 – р. Тосна, 8 – р. Ижора, 9 – р. Поповка, 10 – гора Кирхгоф, 11 – карьер Саксолово, 12 – карьеры Оржицы и Вильповицы, 13 – р. Рудица, 14 – р. Воронка, 15 – Флоревский и Горбовицкий ручьи, 16 – карьер Широково, 17 – Корюка River, 18 – р. Ламошка, 19 – р. Сума, 20 – канава Котлы, 21 – р. Солка, 22 – р. Луга, 23 – р. Нарва, 24 – клиф Удрия, 25 – р. Сытке. Скважины, изученные автором: Лисино-10 (L-10), Коростовицы-29 (K-29), Тяглино-35 (T-35), Шёлково-57 (S-57), Кемполово-60 (K-60), Клясино-68 (K-68), Парицы-2 (P-2), Переярово-84 (P-84). Остальные скважины переинтерпретированы по описаниям в геологических отчетах В. А. Селивановой и др. (1960, 1966), И. С. Недригайловой и др. (1965), Т. Н. Алиховой (1953)

превосходящих остальные две трети по сложности строения. Результаты изучения азериско-ухакусской части последовательности будут даны в следующей статье. В тексте использованы сокращения: НЧС, ВЧС – нижний и верхний «чечевичные слои»; ПП – поверхность перерыва, МД, ПД, ТД – поверхности «мягкого дна», «плотного дна» и «твердого дна»; Ф, ГФ – фосфатная и гематит-фосфатная импрегнация; СЕ – седиментационная единица; М, К – «мергелистый», «карбонатный»; ДХ – доломитизированные ходы инфавны. Уровни находок трилобитовой фауны в тексте обозначены в стиле «1/Sm, +10 см» (находка фоссилии в 10 см над подошвой пласта 1/Sm).

Геологическое положение и стратиграфия.

Балтийский (Балтоскандийский) эпиконтинентальный палеобассейн в ордовике покрывал значительную часть Восточно-Европейской платформы (=палеоконтинента Балтика), в современных координатах – северо-западную или северную. В конце раннего ордовика на фоне резкого сокращения терригенного сноса и некоторого прогрева Балтийского бассейна в нем стартовала низкопродуктивная карбонатная седиментация [22; 26]. В бассейне сформировалась циркумбереговая зональность с последовательной сменой в сторону океана сероцветных карбонатных, красноцветных (глинисто-карбонатных и сероцветных сланцевых отложений) [18; 27]. Конденсированные разрезы, рассматриваемые в данной работе, принадлежат к сероцветному карбонатному поясу (Эстонская зона [18], Северо-Эстонская конфация [27], Волховская конфация [17]).

Вдоль южного склона Балтийского щита моноклинально залегающие ордовикские породы выходят под четвертичные отложения в виде неровной субширотной полосы, ограниченной с севера эскарпом – Балтийско-Ладожским глинт (рис. 1, а). В 2–60 км южнее глинта ордовикские породы скрываются под отложениями силура (Запад Эстонии) и девона (Восток Эстонии, Северо-Запад России). Глинт подразделяется здесь на два сегмента – Эстонский (подмываемый водами Финского залива) и Ингерманландский (расположенный на удалении от береговых линий). Большинство обнажений приурочено к долинам рек, пересекающим глинт. Ордовикская последовательность начинается с морских силицикластических фаций (кварцевые песчаники, алевриты, битуминозные сланцы), которые сменяются вверх по разрезу ультраконденсированными отложениями «голодного» бассейна (глауконитовые «песчаники») и выше – карбонатной платформы в широком смысле (биокластические известняки, мергели, глины) [15–18; 30–32].

Кундаский горизонт на Ингерманландском глинте включает три подгоризонта и шесть трилобитовых зон [6; 15; 16; 26] (рис. 2), его границы маркированы поверхностями перерыва. Нижняя совпадает с границей трилобитовых зон *Iepidurus/expansus* [4; 15; 16; 25], верхняя – с границей зон *laevisimus/heckeri* [5–7]. «Предшественниками» кундаского горизонта в той или иной степени явля-

ются *Vaginatenskalk* Ф. Б. Шмидта [31; 32], «азафовый подъярус» В. В. Ламанского [15; 16] и *Kunda Formation* П. Раймонда [30] (рис. 2). Из них только «азафовый подъярус» почти точно соответствует кундаскому горизонту в плане объема и трехчленного биостратиграфического деления. Различные варианты литостратиграфического расчленения предлагались Л. Е. Поповым [21], С. Мяги [17] и А. Ю. Иванцовым [6; 26]. Из них лишь последний был проиллюстрирован описаниями разрезов.

Река Волхов впадает с юга в Ладожское озеро, в нижнем течении пересекая Ингерманландский глинт и более чем на 20 м врезаюсь в нижнепалеозойские отложения (рис. 1, б). Ордовикская карбонатная последовательность мощностью около 58 м эпизодически обнажается на протяжении 17 км от Старой Ладogi до дер. Бор (рис. 1, с). Благодаря слабому региональному наклону (10–15° ЮЮВ) в долине р. Волхов друг друга сменяют отложения биллингенского, волховского, кундаского, азериского, ласнамягиского и ухакусского горизонтов. Последний ниже дер. Бор несогласно перекрывается песчаниками верхнего девона [26]. Кундаский горизонт изучен в трех разрезах по левому берегу: «Ильинское» (59.961094, 32.340111), «Званка» (59.944364, 32.339310), «Волхов-1» (59.914141, 32.3356051) (рис. 3). Разрез «Ильинское» расположен у автомобильного моста ниже с. Плеханово (бывшее с. Ильинское). В 2004 г. в нем вскрывался полный разрез кундаского горизонта, в настоящее время разрез фрагментарно доступен главным образом по руслам мелких канав по обеим сторонам моста. Разрез «Званка» расположен между н. п. Званка и Плеханово, был выделен как лектостратотип обуховской свиты [7], ныне полностью задержан. Для данной работы в нем расчистками вскрыт интервал $V_{III\alpha}$ – низов $V_{III\beta}$. Разрез «Волхов-1» представляет собой обнажение пород верхней части кундаского, азериского и низов ласнамягиского горизонтов, расположенных сразу ниже плотины Волховской ГЭС (северная окраина бывшего с. Михаила Архангела). Он использован в данной работе для характеристики верхней части $V_{III\gamma}$, которая в разрезе «Ильинское» сильно изменена выветриванием. Для иллюстрации фациальных изменений $V_{III\alpha}$ – низов $V_{III\beta}$ в данной работе также приводится разрез нижней части кундаского горизонта на р. Лынна, в 370 м выше ее впадения в р. Сясь («Лынна-1», N60.010934, E32.563929).

Методы и материалы. Разрезы были расчистлены и послойно документированы. Из кундаского интервала и вмещающих отложений отобрано 105 литологических образцов (р. Волхов – 65, р. Лынна – 40) таким образом, чтобы охарактеризовать основные типы пород в пределах каждой стратиграфической единицы. Для всех образцов определено содержание тонкой силицикластики (< 50 μm) методом кислотного растворения (навеска 50 г, 3% HCl). По содержанию силицикластики известняки разделены на шесть типов: АГ-1 (< 5%), АГ-2 (5–10%), АГ-3 (10–15%), АГ-4 (15–20%), АГ-5 (20–25%), АГ-6

Система		Отдел		Ярус		Горизонт		Ордовик															
				Хир-Найт		Поркунский		Подъярус															

Рис. 2. Сопоставление схем литостратиграфического расчленения среднего ордовика р. Волхов. В колонке «Решения..., 1987» положение границы дубовицкой и порожской свит показано предположительно, исходя из диагнозов этих подразделений

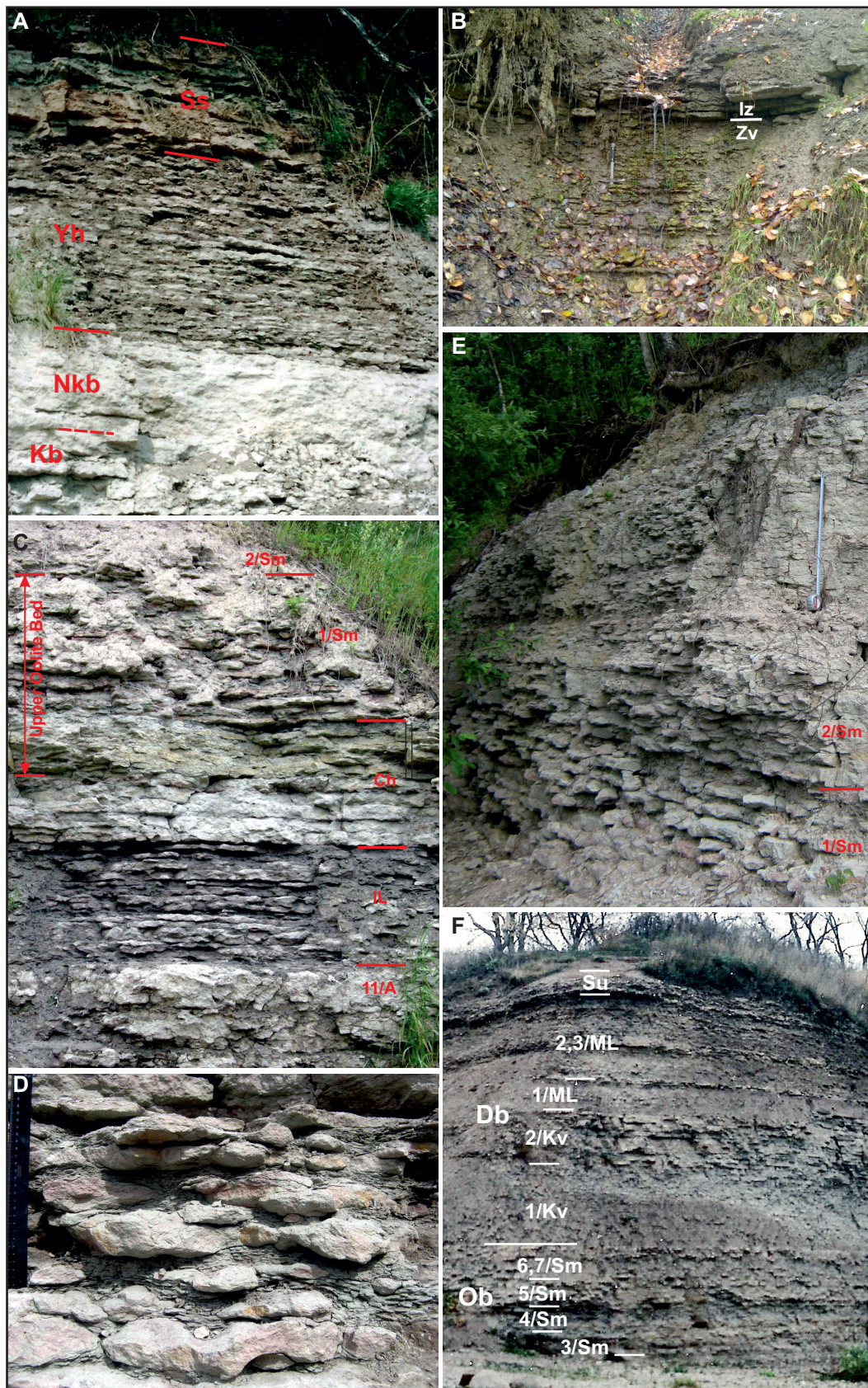
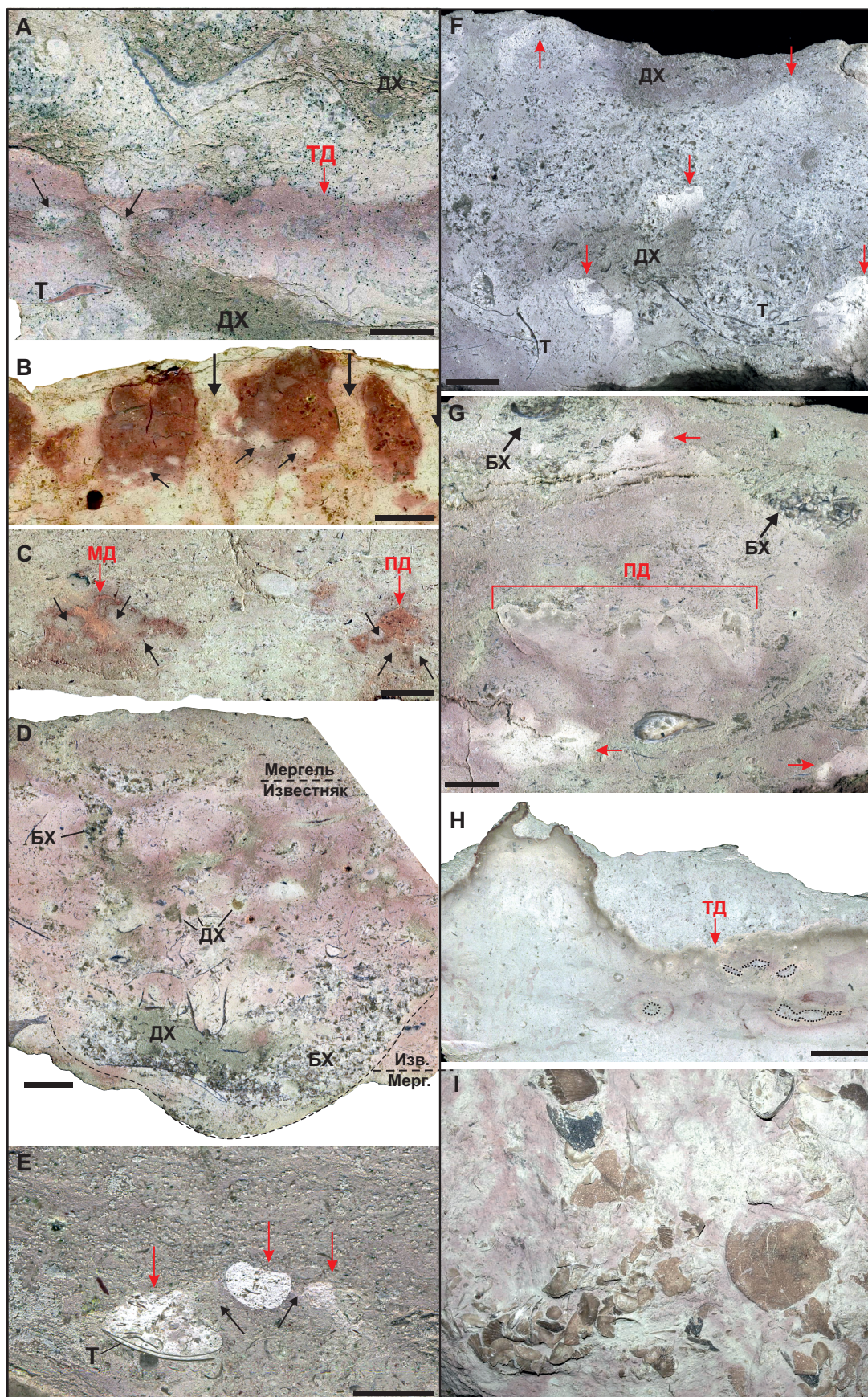


Рис. 3. Полевые фотографии

А – разрез «Лынная-1» в 2000 г., фото А. В. Дронова. Снизу вверх: «надкороба» (Nkb), яхновская пачка (Yh), сяская пачка (Ss). Пунктиром показано примерное положение хардграунда K1. В – фрагмент разреза «Ильинское-1» в 2022 г., граница званковской (Zv) и извозской (Iz) пачек. Длина рукояти кирки 39 см. С – карьер Путилово в 2009 г. Снизу вверх: пачка «А», ильинская (Il), чернавинская (Ch) и симанковская (Sm) пачки. D, E – стратификация М-единиц обуховской свиты образована прослоями глин (ильинская пачка, D) или неконтрастными прослоями мергеля (симанковская свита, E; длина ленты рулетки 50 см). Карьер Путилово. F – разрез «Волхов-1» дождливой осенью 2001 г., фото А. В. Дронова. Снизу вверх: симанковская пачка (Sm) обуховской свиты (Ob), кавринская (Kv), мельницкая (Ml) и суосаариская (Su) пачки дубовикской свиты (Db). Обратите внимание на изменение масштаба стратификации на границе обуховской и дубовикской свит



(25–30%). Типы АГ-1,2 условно считаются чистыми известняками, типы АГ-3,4 – слабоглинистыми, типы АГ-5,6 – глинистыми. Микроструктуры известняков изучались в стандартных петрографических шлифах (22 образца) и пришлифовках (30 образцов). Для выявления слабо фосфатизированных ПП и оценки степени доломитизации применялось протравливание пришлифовок 10-процентной азотной кислотой в течение 25 с. В результате кристаллы доломита и участки фосфатной импрегнации приобретали положительный рельеф и (последние) белую окраску. Скелетные структуры определены в терминах [24] на основе визуального определения плотности упаковки зерен и типа заполнителя. Слоистость разделена на тонкую (< 3 см), среднюю (3–8 см) и толстую (8–20 см).

Типы разреза. На Ингерманландском глинте автор статьи выделяет три типа разреза кундаского горизонта исходя из мощности, литологии и деталей строения – обуховский (по обуховской свите), лообуский (по лообуской свите) и лавский (по р. Лава) (рис. 1, *d*). Разрезы обуховского типа, рассматриваемые в данной работе, наиболее глинистые и мощные (15–18 м). Они развиты на востоке Ингерманландского глинта и представлены в обнажениях по рекам Волхов, Лына и Сясь. Юго-западная граница их распространения, по данным бурения, представляется довольно прямой линией от дер. Лужа на глинте (между скважинами Новый Быт-149 и Кути-39) до скв. Теребонихье-13. Восточная и юго-восточная границы не определены. Разрезы обуховского типа подразделены автором на восемь пачек – хамонтовскую, яхновскую, сяськую, званковскую, извозскую, ильинскую, чернавинскую, симанковскую, из которых первая [6] и последняя [21] предложены предшественниками.

Разрезы лообуского типа наиболее карбонатные и конденсированные (7,0–7,5 м), содержат многочисленные фосфатизированные ПП и остатки наутилоидей (*Vaginatenskalk sensu* [31]). К ним

относится большинство обнажений Ингерманландского глинта (Тосна–Нарва). Разрезы лообуского типа подразделены автором на четыре пачки: вокаскую [19], «А», «В» и «С».

Между первыми двумя типами расположена узкая полоса разрезов лавского типа мощностью 9–11 м (Путилово–Концы). Они аналогичны «лообуским» разрезам в интервале $V_{III\alpha}$ и $V_{III\beta}$ (пачки вокаская и «А») и «обуховским» разрезам – в интервале $V_{III\gamma}$ (ильинская–симанковская пачки).

Результаты. В ходе проведенных исследований составлено послонное описание основных обнажений кундаского горизонта по рекам Волхов и Лына, выделены пласты, пачки, маркирующие уровни и седиментационные циклы, увязанные с распределением азафидных и илленидных трилобитов. Основные типы седиментационных текстур показаны на рис. 3 и 4, микроструктур – на рис. 5. Колонки и описания основных обнажений кундаского горизонта обуховского типа приведены на рис. 6 и 7. Стратиграфическая корреляция разрезов обуховского, лавского и лообуского типов приведена на рис. 8.

Основные литологические особенности разрезов обуховского типа. Породы представлены биокластическими известняками с частыми тонкими прослоями глины и мергеля. Содержание алевроито-глинистой примеси в известняках увеличивается от грейнстоуна (< 2%) к пакстоуну (5–8%), вакстоуну (9–25%) и вакстоуну/мадстоуну (26–28%). Основными аутигенными минералами являются глауконит, пирит и гетит. В обнажениях глинистые разности известняков окрашены в зеленоватые и бледные сиреневые тона, более чистые – обычно сероватые и светло-серые. Сиреневые тона обусловлены окислением тонкодисперсного пирита и, по данным скважин, на глубине более 30–40 м сменяются сероватыми и зеленовато-серыми.

Стратификация. Глинистые известняки образуют выдержанные слои мощностью 3–7 см, до

Рис. 4. Поверхности перерыва, основные ихнотекстуры и скопления раковинного материала. Все спилы сделаны поперек напластования

Сокращения: ТД, ПД, МД – «твердое», «плотное» и «мягкое дно»; ДХ, БХ – доломитизированные или заполненные биокластами ходы инфауны. Красные стрелки отмечают участки импрегнации, черные стрелки – пост-омиссионные следы рытья. Длина рисок – 1 см. На фиг. А–С импрегнация поверхностей перерыва гематит-фосфатная, на фиг. D–H – фосфатная. А – граница волховского и кундаского горизонтов, маркированная ТД (K1). Мелкий темный крап – зерна глауконита, серые пятна – доломитизированные ходы инфауны, ограничения которых нередко являются крупные фрагменты трилобитов и брахиопод. Разрез «Лына-1». В – граница $V_{III\alpha}$ и $V_{III\beta}$, маркированная ПД с яркой бордовой импрегнацией (K3). Крупные следы рытья пронизывают ПД насквозь, мелкие наблюдаются только в нижней, наиболее слабой части импрегнации. Разрез «Лына-2». С – «лоскутное» МД/ПД с обильными тонкими пост-омиссионными следами рытья. Пласт 1/Ss, разрез «Лына-1». D – известняк-вакстоун с мергелистыми контактами, с остатками трилобитов и брахиопод и мелкими доломитизированными ходами инфауны. В нижней части слоя наблюдается крупный трогообразный след питания, концентрирующий биокласты. Разрез «Лына-1», пласт 3/Ss. E – переработанная поверхность перерыва со слабой фосфатной импрегнацией, остатки которой сохранились главным образом как заполнение гастроподы (в центре) и под защитой мелкого пидидия трилобита (слева). F – реликты трех переработанных поверхностей МД/ПД в виде цепочек мелких пятен белой импрегнации. Между останками нижней поверхности видны щитки трилобитов (Т), вложенных друг в друга выпуклостью вниз. Разрез «Лына-1», пласт 3/Ss. G – три лоскутно-фосфатизированных ПП в вакстоуне пласта 4/Zv, разрез «Ильинское». В середине – участок «плотного дна» (K5) с двумя фазами фосфатной импрегнации. Первая фаза темная, разрушена пост-омиссионными ходами, заполнение которых фосфатизировано во вторую фазу. Снизу и сверху – участки ПД/МД с мелкими пост-омиссионными ходами и более слабой белесой импрегнацией. Верхнее ПД/МД срезается крупными ходами инфауны, концентрирующими биокласты в виде пятен темно-серого грейнстоуна. H – граница кундаского и азерского горизонтов, маркированная фосфатизированным хардграундом A1, разрез «Волхов-1». Пунктиром показаны поперечные срезы омиссионных следов рытья, стенки которых фосфатизированы в той же степени, что и сам хардграунд. I – линейные скопления остатков брахиопод и трилобитов на нижней поверхности первого карбонатного слоя 5/Zv, разрез «Лына-2»

16 см, разделенные тонкими (0,5–3 см, до 8 см) прослоями глины и мергеля (рис. 3, *d*). Последние насыщены хорошо сохранившимися остатками иглокожих, брахиопод и остракод. Более

чистые известняки образуют более мощные слои (10–25 см), которые, однако, нередко демонстрируют вторичную плитчатую/линзовидную отдельность масштаба 1–6 см.

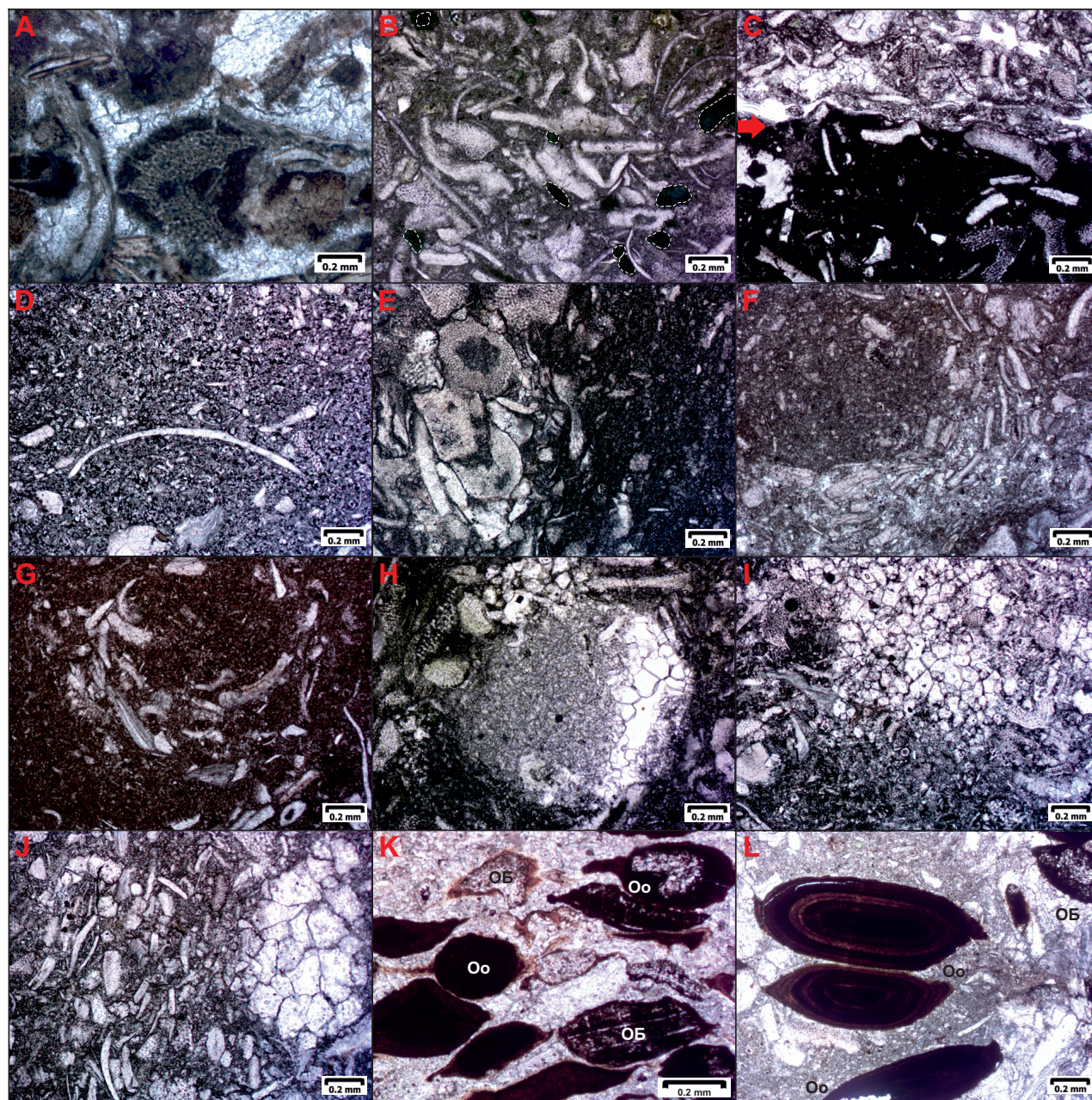


Рис. 5. Микроструктуры известняков в шлифах (никели параллельны)

Длина масштабных рисок – 0,2 см. Образцы на фиг. *E*, *F*, *J* происходят с разреза «Лынная-1», остальные – с разреза «Ильинское». *A* – существенно эхинодерматовый грейнстоун с каемками скаленоэдрического кальцита вокруг биокластов и мозаичным кальцитом, выполняющим промежутки между первым. Биокласты темнее цемента из-за фосфатизации. Вблизи центра шлифа фрагмент иглокожего с оболочкой из фосфатизированного ила. Верх пласти 1/lz. *B* – полибиокластовый пакстоун с окатанными зернами глауконита (обведены), пласт «надкороба». *C* – «плотное дно» (красная стрелка) с фосфатной импрегнацией, почти не прозрачной в проходящем свете, разделяет вакстоун (ниже) и доломитизированный вак-пакстоун (выше). Отметьте отсутствие ромбоздров доломита в зоне фосфатизации. Пласт 2/Zv. *D* – микробиокластовый вакстоун/мадстоун со створкой остракоды в центре. Пласт 4/Zv. *E* – бимодальная структура пакстоуна/мадстоуна. Кровля яхновской пачки. *F*, *G* – поперечные срезы тонких ходов инфавны. Центральные части ихноструктур выполнены мадстоуном и окаймлены толстым (*F*) или тонким (*G*) кольцом биокластов. Пласт 1/Ss. *H* – геопетальное микро-спарит-спаритовое заполнение тонкого хода инфавны. Верх фото справа. Пласт 7c/lz. *I*, *F* – обособленные участки гипидиоморфного (*I*) и ксеноморфного (*F*) доломита, замещающего ихноструктуры. Основной размер кристаллов – около 0,1 и 0,1–0,25 мм, вмещающая орода – вакстоун и пакстоун. Пласт 1/Ss. *K* – ожелезненные биокласты (ОБ) и мелкие железистые оолиты со следами пластических деформаций (Оо) в пласте 1/Ss. *L* – среднеразмерные железистые оолиты (Оо) с микроскладками по краям. Пласт 3/Ss

Строение карбонатных слоев. Внешне однородные слои известняков типов АГ-2-4 при тщательном изучении обнаруживают реликты переработанной диастемной стратификации масштаба 2–8 см. Реликты поверхностей напластования представлены переработанными горизонтами «мягкого дна» и «плотного дна» с Ф- и ГФ-импрегнацией (см. ниже). Маркерами диастем также являются многочисленные ортоконы наутилоидей с разрушенными верхними частями; они могут встречаться и в более глинистых разностях известняков [9].

Поверхности перерыва подразделены автором на фосфатные и гематит-фосфатные (по составу импрегнации), «мягкое», «плотное» и «твердое дно» (по степени морской литификации), сплошные, лоскутные и точечные (по площади участков минерализации) [11]. ГФ-импрегнация преобладает в интервале $V_{III\alpha}$ и характеризуется сиреневатой, светло-сиреневой и даже бордовой окраской (в порядке увеличения концентрации минерализатора; рис. 4, а–с). Ф-импрегнация преобладает с подошвы $V_{III\beta}$; для нее характерна белесая, серая и коричневая окраска (в том же направлении; рис. 4, d–i). Ф-импрегнация обычно маскируется светлым фоном известняков. Горизонты МД и ПД обладают прерывистой полосой импрегнации; поскольку такие поверхности плохо заметны на фоне пород, они отнесены к категории диастем.

Горизонты МД характеризуются слабой «точечной» импрегнацией, представленной отдельными пятнышками шириной 0,5–2 см и глубиной до 1 см, следующими через 1–10 см (рис. 4, e, f). Диагностическим признаком «мягкого» субстрата мы считаем пост-омиссионные следы рытья диаметром 1–2 мм, обильно пронизывающие участки импрегнации. Горизонты ПД обладают средней интенсивности «лоскутной» импрегнацией, представленной участками шириной 1–6 см, глубиной 1–2 см, следующими через 1–15 см. Для импрегнации ПД характерно отсутствие или редкость мелких пост-омиссионных следов рытья (т. е. это был не мягкий субстрат) и в то же время присутствие редких крупных, 5–10 мм в диаметре, следов рытья, нередко с интракластами импрегнации (т. е. это был не литифицированный субстрат) (рис. 4, b, g). Горизонты ТД встречаются очень редко, главным образом на границах кундаского горизонта. Они обладают сплошной интенсивной импрегнацией глубиной 1–1,5 см без пост-омиссионных ходов, иногда с омиссионными ихноструктурами «плотной» стадии (норами, сверлениями), также импрегнированными (рис. 4, a, h).

Структуры. Однородные биокластические структуры в масштабе шлифа или слоя редки (рис. 5, a–d). Чаще наблюдается мелкая мозаика из двух-трех типов структур – пакстоун/мадстоун, вакстоун/мадстоун, обусловленная биотурбацией (рис. 5, e, f). В этом случае участки мадстоуна отвечают тонким ходам инфауны диаметром 1–2, нередко подчеркнутым концентрическим расположением биокластов (рис. 5, f, g) или имеющим геопетальное заполнение (рис. 5, h). Между ходами

концентрируются биокласты, образуя локальную структуру пакстоуна и вакстоуна. Такие бимодальные известняки здесь условно названы «вакстоунами» по содержанию биокластов в диапазоне 5–30%. Структуру «вакстоуна» разной степени насыщенности демонстрируют известняки типов АГ-3-6 (т. е. все глинистые известняки). В «вакстоунах» нередко отмечаются пятна «ложного» пакстоуна и грейнстоуна размером 1–7 см, обусловленные концентрацией биокластов в крупных ходах питания (рис. 4, d, g). Среди скелетных зерен доминируют иглокожие, остракоды, брахиоподы и трилобиты (см., например, [28]) тогда как среди макроостатков – брахиоподы, мшанки, наутилоидеи, трилобиты. Первичные структуры известняков в той или иной степени нарушены тонкой порфиритопной доломитизацией с различной степенью расположения ромбоздров доломита. Для известняков типа АГ-1-4 особенно характерна селективная доломитизация по ходам инфауны различного размера и этологии широко представлена по всему ордовикскому карбонатному разрезу. Замещение охватывало как заполнение ходов, так и окружающую породу, образуя своего рода «чехол» вокруг ихноструктуры. Такие «чехлы» выделяются на фоне светлых известняков в виде темно-серых, желтовато-серых и коричневатых пятен размером от первых миллиметров до первых сантиметров, округлой, изометричной или червеобразной формы. В шлифах участки доломита хорошо ограничены от вмещающей породы и демонстрируют одномодальную гип- и ксенотопную структуру (рис. 5, i, j).

Аутигенные минералы. Глауконит представлен неправильно-глобулярными зернами, окатанными зернами (переотложенными), а также заполнением интерстиций скелетных зерен (обычно иглокожих). Размер глобулярных зерен достигает 0,4 мм, псевдоморфоз – 0,3 мм. Глобулярные зерна встречаются в подошве $V_{III\alpha}$, нижней половине $V_{III\beta}$ и, единично, в подошве азериского горизонта. С пласта 6/lz и выше по разрезу кундаского горизонта встречаются лишь микроскопические глауконитизированные биокласты. Сингенетичный гетит встречается в виде ассоциации двух типов зерен – ожелезненных биокластов и железистых оолитов – присутствующих в т. н. «чечевичных слоях». Ожелезненные биокласты размером до 2 мм представлены фрагментами иглокожих, брахиопод, остракод и трилобитов, пропитанных гетитом по микроверлению (рис. 5, k). Оолиты размером 0,1–2,5 мм состоят из ядра и покрывавших его тончайших темно- и светло-коричневых оболочек. Крупные оолиты имеют хорошо выраженную форму эллипса вращения или чечевицы (рис. 5, l). В разрезах лавского и лообуского типов в состав этой ассоциации входят также гальки (интракласты) с железистыми корками, аналогичными оболочкам оолитов.

Литостратиграфия разрезов обуховского типа. Кундаский горизонт подразделен на 35 пластов по основным литологическим признакам

а

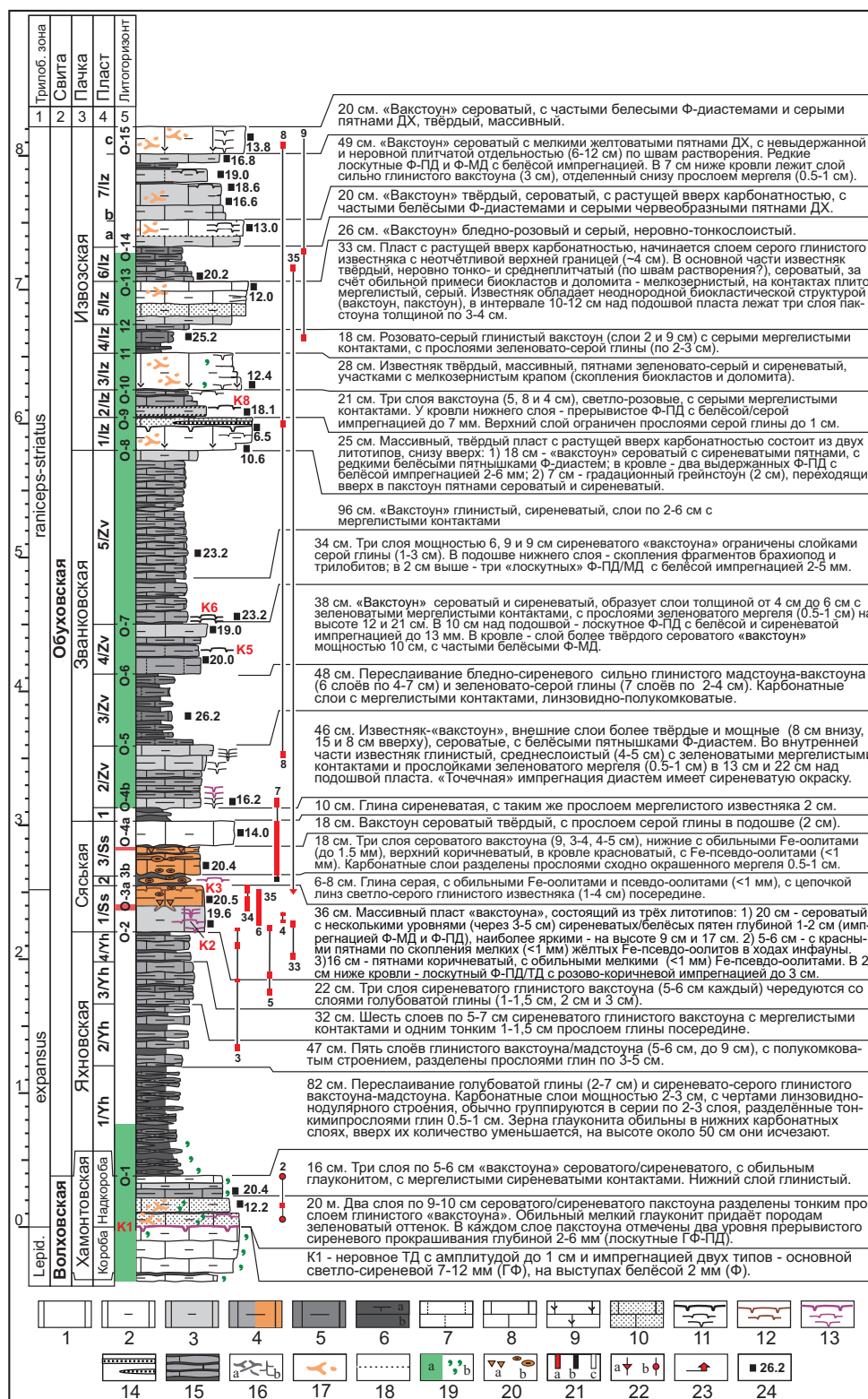
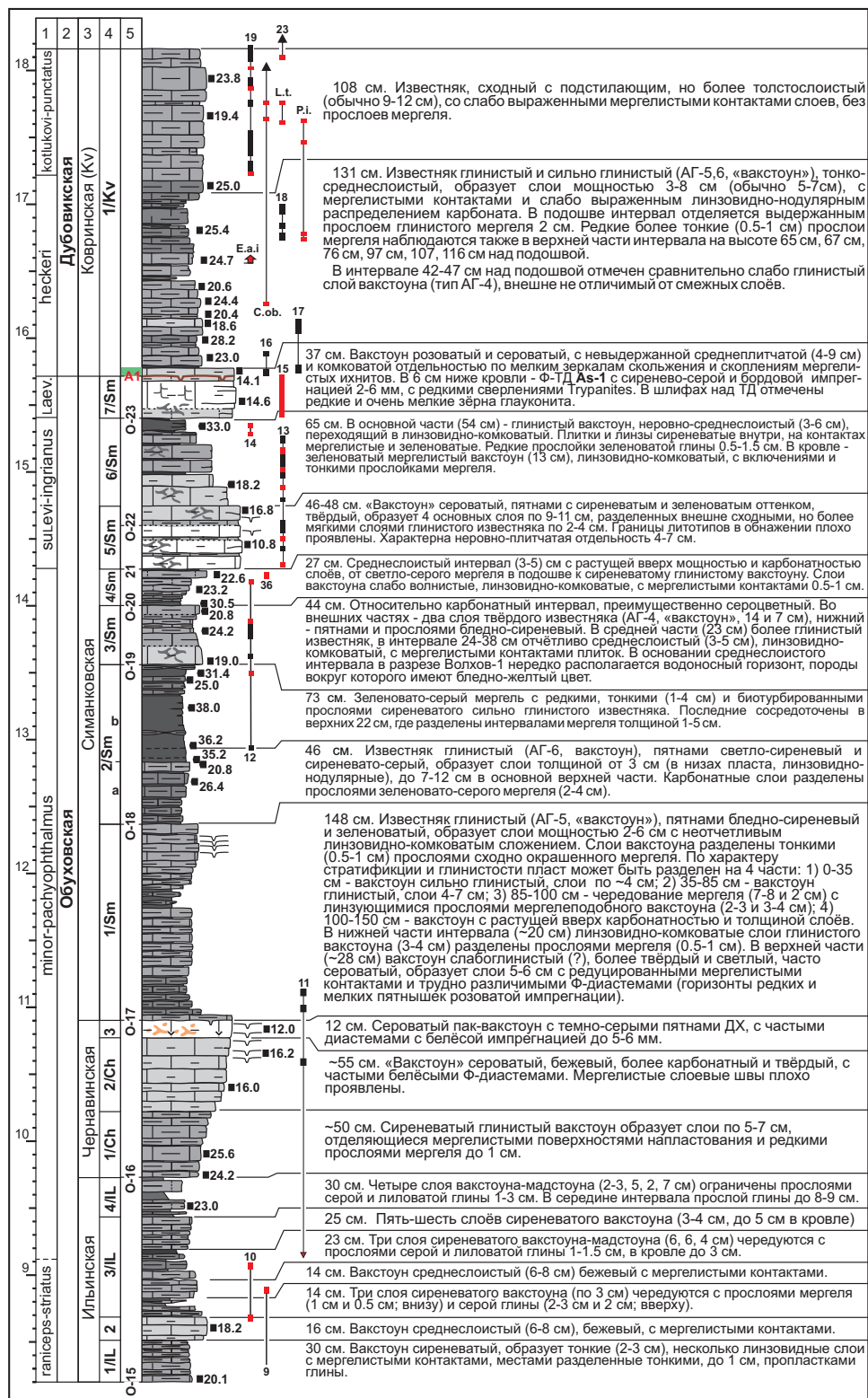


Рис. 6. Сводный разрез кундаского горизонта р. Волхов. Трилобитовые биозоны приведены по [5-7], lepid. – lepidurus-limbata Zone, laev. – laevissimus Zone

1-5 – известняки с содержанием алеврито-глинистого компонента 5-10%, 10-15%, 15-20%, 20-25%, 25-30% соответственно; 6 – мергель (а) и глина (б) с содержанием алеврито-глинистого компонента 30-50% и > 50% соответственно; 7-10 – преобладающие структуры: вакустон/мадстоун (7), мадстоун/пакстон (8), вакустон/пакстон (9), пакстон (10); 11 – поверхности перерыва с белесой и бежевой фосфатной импрегнацией, сверху вниз – ТД, ПД и МД; 12 – то же со светло-коричневой фосфатной импрегнацией; 13 – то же с бледно-сиреневой гематит-фосфатной импрегнацией; 14 – «событийные» слои грейнстоуна; 15 – нодулярная текстура известняков; 16 – следы рыва с мергелистым и глинистым заполнением, близкие к талассиноидам (а) и хондритам (б); 17 – доломитизированные следы рыва; 18 – переходные контакты литотипов; 19 – зерна глауконита микроскопические (а) и визуально различные (б); 20 – ожеженные биокласты (а) и оолиты (б); 21 – распределение фауны по данным автора (а) и А. Ю. Иванцова [5-7] (б) и Harper & Nielsen [26] (с); 22 – адаптированные данные по макрофауне с разрезов р. Лава (а) и р. Лынна (б); 23 – первые находки долгоживущих видов; 24 – процентное содержание алеврито-глинистой примеси



Сокращения на колонке: laevissimus (laev.). Сокращения в описании: ДХ – доломитизированные ходы инфауны, Ф, ГФ – фосфатный и гематит-фосфатный.

Номера видов: 1 – *Asaphus lepidurus* Nieszkowski, 2 – *Asaphus expansus gracilis* Ivantsov, 1, 3 – *Asaphus expansus robustus* Ivantsov, 4 – *Asaphus expansus deltifrons* Ivantsov, 5 – *Asaphus lamanskii* F. Schmidt, 6 – *Asaphus acuminatus* Boeck, 7 – *Asaphus raniceps* Dalman, 8 – *Asaphus minutus* Ivantsov, 9 – *Asaphus striatus* Jaanusson, 10 – *Asaphus knyrkoi* F. Schmidt, 11 – *Asaphus minor* F. Schmidt, 12 – *Asaphus pachyophthalmus* F. Schmidt, 13 – *Asaphus sulevi* Jaanusson, 14 – *Asaphus ingrianus* Jaanusson, 15 – *Asaphus laevissimus* F. Schmidt, 16 – *Asaphus heckeri* Ivantsov, 17 – *Subasaphus latisegmentatus* (Nieszkowski), 18 – *Subasaphus laticaudatus* (F. Schmidt), 19 – *Asaphus kotlukovi* Lessnikowa, 33 – *Iliaenus sarsi* Jaanusson, 34 – *Iliaenus incisus* Jaanusson, 35 – *Iliaenus aduncus* Jaanusson, 36 – *Iliaenus laticlavus* Holm. Другие обозначения: A.e. – *Asaphus expansus* Wahlenberg, A.f. – *Asaphus fallax* Angelin, E.a.i – *Echinospaerites aurantium* infra Hecker, Chr.ob. – *Christiania oblonga* (Pander), L.t. – *Leptotilum transversum* (Pander), L.h. – *Leptestia humboldti* (Verneuil)

(карбонатность, микроструктуры, стратификация). Пласты сгруппированы в пачки, пачки – в свиты на основе литологического сходства. Литологически резкие границы пластов и пачек, имеющие подтвержденный корреляционный потенциал, выделены как маркирующие уровни – литогоризонты с индексацией от О-1 до О-23.

Карбонатная и насыщенная глауконитом подошвенная часть кундаского горизонта отнесена к волховской свите согласно А. Ю. Иванову и Л. М. Мельниковой [7], основная часть кундаского горизонта – к обуховской, согласно [21], с изменениями. Принятый здесь объем обуховской свиты очень близок к концепции Л. Е. Попова, в которой обуховская свита была равна по объему кундаскому горизонту [21]. Обуховская свита сложена переслаиванием глинистых известняков, мергелей и глин и имеет ритмичное строение благодаря чередованию сравнительно карбонатных и мергелистых интервалов (пластов, редко – пачек) мощностью 0,1–2,1 м. Обуховская свита литологически обособлена от вмещающих отложений. Так, подстилающие «серые фриз» более карбонатные (рис. 7), перекрывающая кавринская пачка дубовикской свиты лишена пластов слабоглинистых известняков (рис. 6); циклическая стратификация данного масштаба в них слабо выражена или отсутствует. Различий окраски между верхами волховской свиты, обуховской свитой и низами дубовикской свиты нет, если не учитывать локальные НЧС и ВЧС. К обуховской свите отнесены также разрезы лавского типа, основная верхняя часть которых аналогична по строению и составу разрезу р. Волхов.

Волховская свита (верхняя часть биллингенского горизонта, волховский горизонт и нижняя часть кундаского горизонта) выделена П. Раймондом [30] для обозначения «глауконитового песчаника» и «глауконитового известняка» Ф. Б. Шмидта [31]. Не вдаваясь в историю изменения объема и ранга этого подразделения, укажем, что в последнее время волховская свита выделяется только на Ингерманландском глинте в объеме «глауконитового известняка» за вычетом зоны *expansus* (например, [6]). В. В. Ламанский, используя названия плитоломов, подразделил этот интервал на пачки «дикари», «желтяки» и «серые фриз». Надо отметить, что «фризы» в широком смысле охватывали интервал разреза от кровли «желтяков» до подошвы яруса «С», тогда как «серые фриз» – только до нижнего «белого слоя» [15]. Это обстоятельство не было отражено в основной публикации Ламанского [16] и было упущено последующими исследователями, которые считали «фризы» и «серые фриз» синонимами и сопоставляли их с верхней частью «глауконитового известняка».

В обнажениях по рекам Волхов, Лынна и Сясь волховская свита завершается карбонатным интервалом мощностью 70–80 см, известным как «белый слой» [15; 16] или хамонтовская пачка [6]. В 35 см над его подошвой лежит светло-сиреневое ТД (K1), маркирующее границу волховского и кун-

даского горизонтов [8; 15; 16; 25]. В данной работе хамонтовская пачка подразделяется на пласты «короба» (ниже K1) и «надкороба» (выше K1).

Пласт «короба» мощностью 35 см (реки Волхов, Лынна) сложен сероватым/сиреневатым известняком со структурой скелетного вакстоуна и пакстоуна и мелкими зернами глауконита. «Короба» содержат последних представителей *Asaphus lepidurus* Niezskowskii [4–6; 25]. Помимо хардграунда K1, в верхней части пласта наблюдаются еще две сходные поверхности, положение которых зафиксировано на р. Лынна (рис. 7). Ранее в этом интервале выделялись два пласта – «подкороба» и «короба» [3]. Однако на реках Лынна и Волхов эти пласты сливаются в один, как и в некоторых других разрезах глинта (р. Поповка, Копорье). По нашему мнению, логичнее выделять один пласт «короба» и подразделять его по возможности на нижние и верхние.

Термин «надкороба» предлагается здесь и является стилизацией под названия плитоломов. Пласт «надкороба» отличается обилием глауконита и наличием крупных темно-серых или коричневатых пятен ДХ. Через 5–10 см встречаются «лоскутные» ПД со светло-сиреневой ГФ-импрегнацией. Мощность «надкоробов» растет от 36 см («Ильинское») до 45 см («Лынна-1»). Характерны *Asaphus expansus* Wahlenberg и *A. fallax* Angelin [4–6; 25].

Обуховская свита (основная часть кундаского горизонта) выделена Л. Е. Поповым в объеме, равном кундаскому горизонту [21]. Название дано по дер. Обухово на правом берегу р. Волхов, где в конце XIX – начале XX века существовали плитные разработки. Предшествующим подразделением с тем же названием являлся обуховский горизонт, охватывавший интервал от подошвы зоны *expansus* до подошвы ВЧС [1], т. е. примерно до кровли слоев с *Asaphus minor*. Лектостратотипом может считаться разрез по левому берегу р. Волхов у северной окраины дер. Званка [6], безотносительно того, какой объем приписывать этому подразделению. Мощность обуховской свиты достигает на р. Волхов 15,35 м («Ильинское»).

На полную мощность обуховская свита вскрыта в обнажениях в нижнем течении р. Волхов. На 70% мощности она сложена тонко- и среднеслоистым глинистым известняком-«вакстоуном», обычно чередующимся с сантиметровыми прослоями глины или мергеля. Более мощные прослои глины и мергеля единичны (до 6 и 8 см соответственно). Глины (карбонатные глинистые алевролиты, 1–8 см) характерны для $V_{III}\alpha$ – $V_{III}\beta$, а мергели для $V_{III}\gamma$. Мощность индивидуальных слоев глинистого известняка – 2–10 см, глины – до 6 см, мергеля – до 10 см и даже более в пласте 2b/Sm. Около 30% мощности свиты образуют слои твердого известняка с пятнами доломитизации по крупным ходам инфауны; они отличаются более плотными биокластическими структурами от «вакстоуна» до пакстоуна и большей мощностью (20–25 см).

Разрез обуховской свиты характеризуется ритмичным чередованием относительно «карбонат-

ных» и «мергелистых» интервалов (седиментационных единиц) мощностью 0,1–2,1 м, которые контрастно выражены в обнажениях благодаря разной устойчивости к выветриванию [10; 12]. «Мергелистые» интервалы в типичном виде представлены тонким переслаиванием глинистого известняка

и глины/мергеля. «Карбонатные» интервалы представлены либо вышеупомянутыми слоями твердого известняка, либо более мощными слоями глинистого известняка без прослоев глин. На основе этой ритмичности свита подразделена на 7 пачек (яхновскую, сяськую, званковскую, извозскую,

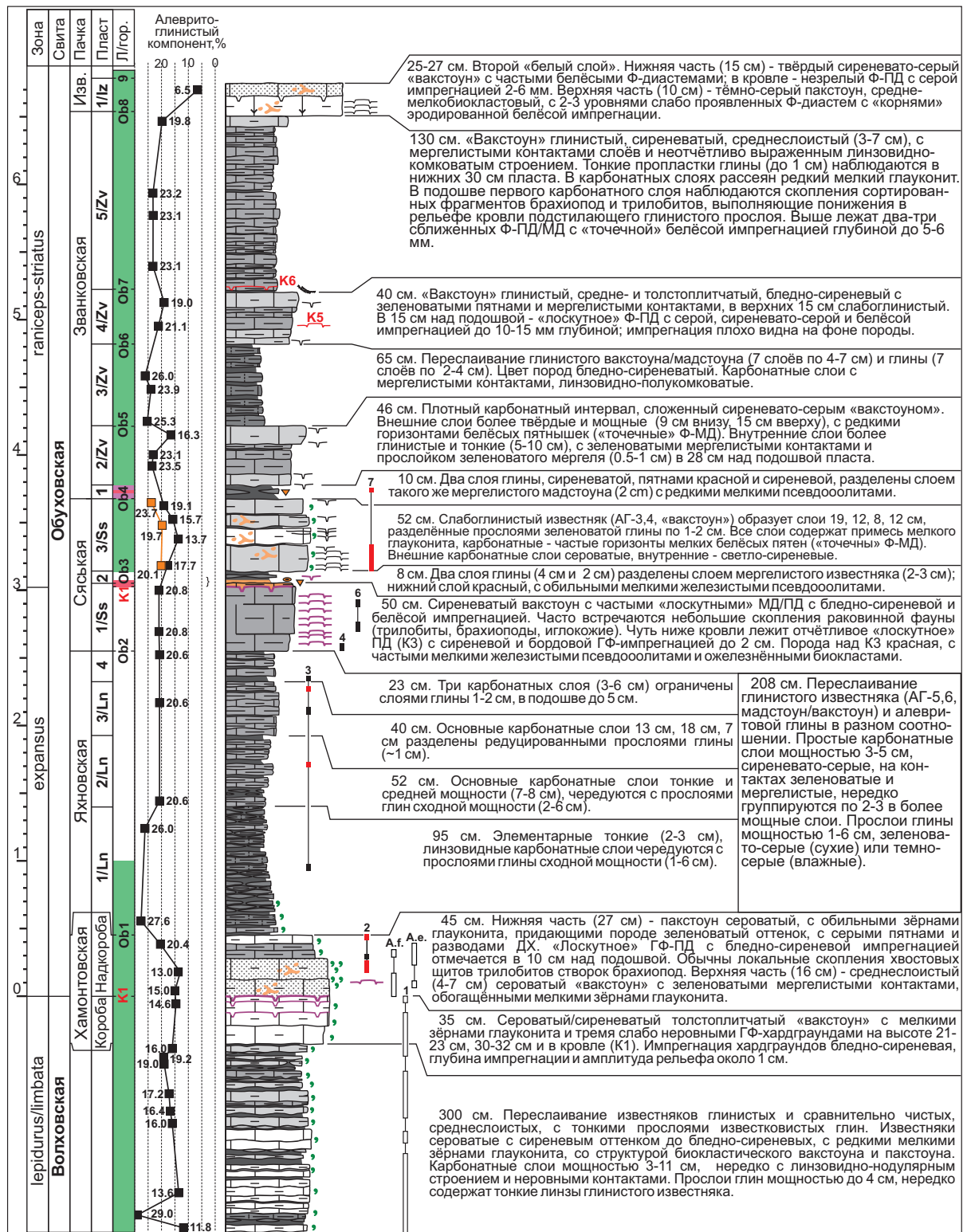


Рис. 7. Типовой разрез яхновской и сяськой пачек на р. Лынна («Лынна-1») Условные обозначения см. на рис. 6

ильинскую, чернавинскую и симанковскую) и 35 пластов. Пласты соответствуют маломощным «карбонатным» или «мергелистым» единицам (0,1–0,7 м), реже – литологически обособленным частям более мощных единиц (1,2–1,5 м). Эти мощные единицы выделены как яхновская, ильинская и чернавинская пачки. Остальные пачки представляют собой пакеты чередующихся «карбонатных» или «мергелистых» единиц, объединенных сходством литологии, мощности и/или общей направленностью изменения. Типовым для первых яхновской и сяськой пачек является разрез «Лынна-1», для остальных – левобережье р. Волхов от дер. Званка до обнажения «Ильинское». Яхновскую и сяськую пачки предлагается объединить в лынскую подсвиту, чтобы сохранить название, давно вошедшее в стратиграфический лексикон.

В предшествующих вариантах расчленения кундаских отложений важное значение придавалось нижнему и верхнему «чечевичным слоям», которые сперва рассматривались как условно изохронные тела, маркирующие границы подъярусов и горизонтов [1; 15; 16; 30–32], затем – как диахронные пачки и свиты [17; 20; 21]. В разрезах обуховского типа они заключены внутри карбонатных пачек – сяськой (НЧС, пограничная часть $V_{III\alpha}/V_{III\beta}$) и чернавинской (ВЧС, нижняя часть $V_{III\gamma}$). Относительно выдержанных границ этих пачек хорошо видна диахронность «чечевичных слоев» и их латеральная невыдержанность, вплоть до полного выклинивания. Выделение таких маломощных, диахронных и невыдержанных интервалов в качестве пачек и тем более свит представляется нецелесообразным.

Ниже приводится краткая характеристика пачек обуховской свиты; распределение трилобитов и мощность даны по разрезу «Ильинское», если не указано иное.

Яхновская пачка (по дер. Яхново на р. Сясь) сложена переслаиванием глинистого известняка и глины мощностью от 150 см («Званка») до 190 см («Ильинское») и 210 см («Лынна-1»). Цвет пород сиреневато- и зеленовато-серый. Карбонатные слои мощностью от 2 до 5–7 см обладают структурой вакстоуна/мадстоуна. Прослой глины мощностью до 4–6 см. Ранее яхновская пачка выделялась как пачка 1 лыннской свиты [6; 26] и лыннская пачка [12]. Трилобиты: *Asaphus lamanskii* F. Schmidt (+140 см, +152 см), *A. expansus robustus* Ivantsov (+95 см, +174 см; «Лынна-1», +50 см, +155 см, +188 см), *Iliaenus sarsi* Jaanusson (+166 см).

Сяская пачка (82 см; по р. Сясь [12]) выделяется в пограничной части трилобитовых зон *expansus* и *raniceps*. Пачка сложена сравнительно чистыми, толстослоистыми известняками с подчиненными тонкими прослоями глины. В составе пачки выделяются два карбонатных пласта 1/Ss и 3/Ss (верхний с тонкими прослоями глины и мелкими зернами глауконита), разделенных маломощным «мергелистым» пластом 2/Ss. Известняки содержат частые диастемы с «точечной» и «лоскутной» Ф-импрегнацией. Внутренняя часть пачки обычно более глинистая и содержит мел-

кие оолиты и ожелезненные биокласты (=НЧС). Мощность НЧС возрастает от разреза «Лынна-1» к р. Волхов (5–44 см) на фоне сокращения мощности пачки (112–82 см). Как правило, карбонатные слои НЧС уже не содержат Ф-диастем и зерен глауконита.

Пласт 1/Ss содержит две маркирующих ПП. Поверхность К2 («лоскутное» МД-ПД) обладает светло-сиреневой ГФ-импрегнацией, лежит в 9–10 см над подошвой пласта, восточнее р. Волхов не прослеживается. Поверхность К3 («лоскутное» ПД/ТД) лежит в 2–3 см ниже кровли пласта, выбрано как маркер границы $V_{III\alpha}$ и $V_{III\beta}$ [4]. На р. Лынна обладает глубокой бордовой ГФ-импрегнацией (рис. 4, b), на р. Волхов – коричневой Ф-импрегнацией.

Трилобиты: *Asaphus expansus robustus* Ivantsov (1/Ss, +2 см), *A. expansus deltifrons* Ivantsov (1/Ss +4–15 см), *A. acuminatus* Boeck (1/Ss, +4–32 см), *Iliaenus incisus* Jaanusson (1/Ss, +16–35 см), *Asaphus raniceps* Dalman (3/Ss, повсеместно).

Званковская пачка (280 см; по дер. Званка [12]) сложена преимущественно среднеслоистым глинистым известняком-«вакстоуном», ассоциирующим с частыми тонкими прослоями глины различной мощности. Глинистый известняк образует слои мощностью 3–7 см с элементами нодулярного строения, сиреневатые во внутренних частях и зеленоватые мергелистые на контактах. Редко встречаются слои более чистого «вакстоуна», отличающиеся большей мощностью (8–16 см) и твердостью; к ним приурочены частые диастемы с лоскутной и точечной Ф-импрегнацией и даже редкие ПД. Глинистые слои зеленовато-серые, мощностью до 3 см. По характеру переслаивания этих литотипов званковская пачка подразделяется на пять пластов, где основной литотип переслаивается с глиной (1/Zv и 3/Zv), доминирует (5/Zv) или ассоциирует с более карбонатными разностями (2/Zv, 4/Zv). Внутри пачки отмечены две корреляционно важных ПП, которые прослеживаются также в разрезах р. Лава и р. Лынна. Поверхность К5 лежит в 18 см над подошвой пласта 4/Zv (рис. 4, g); это «лоскутное» «плотное дно» с серой и розовой фосфатной импрегнацией глубиной до 1 см. Три поверхности, объединенных индексом К6, лежат в 2 см над подошвой пласта 5/Zv; нижняя из них представляет собой «лоскутное» «плотное дно» (белесая импрегнация глубиной до 15 мм), вышележащие – «точечные» МД (белесая импрегнация до 5–6 мм). Подошва пласта 5/Zv под серией К6 насыщена остатками брахиопод, трилобитов и мшанок (рис. 4, i). Данный раковинный горизонт также прослеживается в разрезах р. Лынна и р. Лава.

Трилобиты (2/Zv): *Asaphus raniceps* Dalman (+3+8 см), *A. minutus* Ivantsov (+44 см).

Извозская пачка (240 см; по дер. Извоз на р. Волхов [12]) представляет собой грубослоистый и карбонатный интервал. Частые остатки наутилоидей позволяют называть его «ортоцератитовым известняком» в литологическом смысле этого термина. Внутри пачки чередуются пласты

твердого известняка (20–32 см, до 90 см) и более тонкослоистого глинистого известняка, обычно с сантиметровыми прослоями глин (20–26 см). Твердый известняк сероватый/сиреневатый, с небольшими темно-серыми пятнами «доломитовых» ихнофоссилий, со структурой «вакстоуна» и пакстоуна и тонким «крапом» мелких ромбоздров доломита. Первый пласт этого типа известен как второй «белый слой» [15; 16]. Глинистый известняк пятнами бледно-сиреневый и зеленоватый, со структурой «вакстоуна». Внутри пласта 6/Iz проходит уровень исчезновения глобулярного глауконита. Ранее извозская пачка выделялась как пачка 3 обуховской свиты [6].

Трилобиты: *Asaphus minutus* Ivantsov (+20 см, +232 см), *A. striatus* Boeck (+20 см, +85 см, +151 см), *Iliaenus aduncus* Jaanusson (+138 см).

Ильинская пачка (155 см; по старому названию с. Плеханово – Ильинское) представляет собой сравнительно глинистый и тонкослоистый интервал, сложенный слоями сероватого глинистого вакстоуна с мергелистыми контактами (3–8 см), в основной верхней части чередующимися с прослоями сиреневато-серой глины (от 1–4 до 8 см). Нижняя граница маркирована резким утонением и разглиниванием карбонатных слоев, верхняя – утонением глинистых прослоев до 0,5–1 см. Ранее для пачки предлагалось название «путиловская» [10; 12], но оно оказалось занято.

Трилобиты: *Asaphus striatus* Boeck (+70 см), *A. knyrkoi* F. Schmidt (+48 см, +88 см).

Чернавинская пачка (120 см; по с. Чернавину на р. Волхов) сложена известняком-«вакстоуном» с растущей вверх карбонатностью и мощностью слоев. Нижняя, наиболее глинистая часть пачки отличается от подстилающих «флишOIDных» отложений резким уменьшением количества и мощности (не более 1 см) прослоев глины. Основная верхняя часть пачки вообще не содержит прослоев глин. Самая верхняя часть пачки мощностью около 30 см на разрезе «Волхов-1» обогащена мелкими железистыми оолитами и имеет красноватую окраску. Это т. н. верхний «чечевичный слой», который можно наблюдать на левом берегу р. Волхов ниже и выше железнодорожного моста, чуть выше уреза воды. Выше моста ВЧС уходит под уровень реки, а в 1 км ниже моста перестает распознаваться из-за исчезновения гетитовых зерен [1]. Ранее для пачки предлагалось название «плехановская» [10; 12].

Трилобиты: учитывая данные по разрезу «Званка» [6] и по р. Лава [10], по всему объему чернавинской пачки должен встречаться *Asaphus minor* F. Schmidt.

Симанковская пачка (480 см; [21]) завершает разрез кундаского горизонта, подразделяется на семь пластов. Пачка сложена преимущественно среднеслоистым глинистым «вакстоуном», слои которого (3–9 см) разделены тонкими прослойками мергеля (0,5–2 см); окраска пород пятнами зеленоватая/сиреневатая, прослоями светло-сиреневая. В верхней части пачки выделяются пласты 3/Sm, 5/Sm и 7/Sm, полностью или частично образован-

ные слоями более твердого и биокластического «вакстоуна» (7–14 см). Нижняя граница маркирована резким увеличением глинистости и уменьшением мощности карбонатных слоев. Верхняя граница проведена по кровле карбонатного пласта 7/Sm, маркированной хардграундом A1. Выше этого уровня пласты твердых известняков не встречаются до высоты 7 м (только глинистые известняки с пропластками мергеля), а мощность седиментационных единиц резко возрастает на порядок – с первых дециметров до первых метров. Изменение масштаба макростратификации хорошо видно на рис. 3, а. Хардграунд A1 считается нами более естественной верхней границей симанковской пачки, чем уровень на 2,3 м выше, предложенный в работе [7]. Последний проходит внутри толщи глинистых известняков азериского горизонта и разделяет интервалы со среднеслоистой текстурой (ниже) и толстослоистой/массивной текстурой (выше).

Маркирующие ПП: единственная ПП расположена в кровле пачки и представлена хардграундом A1 с бледно-коричневой и бордовой импрегнацией глубиной 3–5 мм (по терминологии А. Ю. Иванцова – ds4 [26]).

Трилобиты: *Asaphus minor* F. Schmidt (1/Sm, +11 см, +21 см [6]), *A. pachyophthalmus* F. Schmidt (3/Sm, +113 см; 4/Sm, +32 см, 5/Sm, +17 см), *A. sulevi* Jaanusson (6/Sm, +3 см, +23 см, 7/Sm, +13, +27, +41 см), *A. ingrianus* Jaanusson (7/Sm, +54 см, +59 см), *A. laevisimus* F. Schmidt (8/Sm, повсеместно), *Iliaenus laticlavus* Holm (5/Sm, + 22 см).

Мощность кундаского горизонта увеличивается на север (вниз по течению р. Волхов [5; 7]) и на восток (к р. Сясь), суммарно на северо-восток. В разрезе «Званка» мощность составляет 14,6 м [6], а в 2 км севернее – уже 15,7 м (разрез «Ильинское»). Приrost мощности идет за счет утолщения «мергелистых» единиц $V_{III\alpha}$ и, в меньшей степени, $V_{III\beta}$ (наши яхновская–ильинская пачки). На р. Лынна мощность $V_{III\alpha}$ (3,0 м) и сохранившейся части $V_{III\beta}$ (5,9 м) еще выше, чем в разрезе «Ильинское» (2,5 и 5,7 м). Если предположить, что мощность остальной части разреза на р. Лынна была хотя бы такой же, как на р. Волхов, то мощность всего кундаского горизонта на р. Лынна должна была составлять не менее 16,4 м.

Седиментационная цикличность. Строение разрезов кундаского горизонта обуховского типа можно описать как чередование «карбонатных» (К) и «мергелистых» (М) седиментационных единиц мощностью 0,1–2,1 м. Каждая единица представляет собой пласт или пачку относительно однородного состава с резкими границами. Определения «карбонатный» и «мергелистый» являются относительными, т. к. один и тот же набор пород может слагать К-единицу в одной части разреза и М-единицу – в другой. Например, пласты 2/Zv и 2/Iz сложены примерно одинаковым глинистым известняком с тонкими прослойками мергеля. Однако пласт 2/Zv является К-единицей, заключенной между интервалами тонкопереслаивающихся глинистых известняков и глин, тогда как пласт

2/lz – М-единица, заключенная между массивными пластами почти чистых известняков.

Седиментационные единицы группируются попарно в 13 асимметричных циклов мощностью 0,5–2,7 м (удобно назвать их микроциклитами). Схематическая кривая фаций, отражающая микроциклиты, приведена на рис. 8 и, по сути, является упрощенным графиком глинистости известняков. Основываясь на распределении карбонатных и мергелистых фаций в среднем ордовике восточной Балтоскандии [18; 20], К- и М-единицы интерпретируются как регрессивные и трансгрессивные элементы микроциклитов соответственно [12]. Так, карбонатные и биокластические фации, слагающие К-единицы, являются проксимальными относительно предполагаемой береговой линии и доминируют в эстонских разрезах, где демонстрируют седиментационное выклинивание в северо-западном направлении [20]. Напротив, сравнительно мощные мергелистые фации, слагающие М-единицы, являются сравнительно дистальными и доминируют в разрезах Елгавского прогиба и Московского (Валдайского) бассейна [18]. Границы микроциклитов интерпретируются как поверхности затопления.

Микроциклиты группируются в четыре проградационных пакета и один ретроградационный. Первые характеризуются увеличением вверх карбонатности (в первую очередь, К-элементов) и уменьшением мощности М-элементов. В кровлях микроциклитов лежат наиболее чистые и биокластические К-единицы, отражающие максимальное продвижение проксимальных фаций в сторону бассейна (СЕ-5, СЕ-11, СЕ-15, СЕ-25, 27). Ретроградационный пакет характеризуется увеличением вверх глинистости микроциклитов и мощности их М-элементов.

Первые три проградационных пакета (наборы микроциклитов 1+2, 3+4+5, 6+7) образуют единую регрессивную последовательность и ограничены хорошо выраженными поверхностями затопления. Регрессивными максимумами являются СЕ-4, СЕ-11 и СЕ-15, причем с первой связано максимальное продвижение на восток фации железистых оолитов. Следующий за ними ретроградационный пакет в норме включает микроциклиты 8 и 9, максимуму затопления отвечает СЕ-18 (ильинская и силламяэская пачки). Верхний проградационный пакет в норме включает микроциклиты 10–12. Лишь в разрезах лавского и обуховского типов ретроградационный пакет включает микроциклиты 8–11 (максимум затопления в СЕ-23*), а финальный проградационный пакет – 11–13, что связывается автором с локальной малоамплитудной тектоникой.

В работе А. В. Дронова и Л. Холмера [22] в объеме кундаского горизонта выделена кундаская секвенция, состоящая из проградационного ТНС (НЧС, т. е. $V_{III\alpha}$ – низы $V_{III\beta}$), ретроградационного ТТ (интервал между НЧС и ВЧС) и проградационного ТВС (основная часть $V_{III\gamma}$ от подошвы ВЧС до кровли горизонта). Однако строение кундаского горизонта оказывается более

сложным – в его нижней половине обнаруживаются три пакета проградационного строения, которые можно предварительно рассматривать как ТНС. Ретроградационный пакет можно рассматривать как ТТ (в объеме, более чем в 2 раза меньше первоначального), а финальный проградационный пакет – как ТВС. Пока неясно, как интерпретировать хардграунды К1 и А1, ранее указанные как границы секвенций [22]. Эти хардграунды, как и другие маркирующие, но менее зрелые поверхности, ассоциируют далеко не с самыми проксимальными карбонатными фациями и, судя по всему, располагаются внутри К-элементов микроциклитов (а не на их границах). Добавим, что микроциклит 13 с хардграундом А1 в верхней части как будто начинает новый пакет микроциклитов с поверхностью затопления 2-го порядка в основании. Возможно, появление данных хардграундов обусловлено не регрессивным исчерпанием пространства аккомодации, а другими причинами. Интерпретация модели цикличности кундаского горизонта, а также возможные причины отклонения от нее будут рассмотрены в специальной статье.

Корреляция. Кундаские отложения р. Волхов детально сопоставляются с соседними обнажениями Ингерманландского глинта методами цикло- и аллостратиграфии (рис. 8). Основным инструментом корреляции являются К- и М-единицы, дополнительную индивидуальность которым (некоторым) придают маркирующие поверхности перерыва. Разрезы рек Волхов и Лынна практически идентичны – между ними могут быть прослежены даже отдельные карбонатные и глинистые слои, поэтому сопоставление этих разрезов не требует пояснений. Сложнее обстоит дело с разрезами лавского типа. Базальная часть кундаского горизонта там представлена ультраконденсированным НЧС, литология и мощность которого сильно отличается от синхронных отложений р. Волхов. К- и М-единицы в НЧС практически неразличимы по характеру стратификации (первые «утратили» поверхности перерыва, вторые – прослой глины) и содержанию алевроито-глинистого компонента (оба типа равно им обогащены). Если границу СЕ-1/СЕ-2 еще удастся диагностировать по скачку глинистости в 9–10 см над хардграундом К1, то границы СЕ-3 – лишь по маркирующим ПП (К2 в 5–7 см выше подошвы, К3 в кровле). Глинистая и карбонатная части «лапухинской пачки» [4] легко опознаются как насыщенные крупными оолитами аналоги пластов 2/Ss и 3/Ss р. Волхов. На р. Лава разрез кундаского горизонта выше НЧС аналогичен по строению разрезу р. Волхов с поправкой на уменьшение мощности и глинистости седиментационных единиц сверху вниз. Эти изменения совсем не выражены в симанковской пачке, заметны в чернавинской и ильинской пачках и ярко выражены в пачке «А». Последняя представляет собой конденсированный интервал, обогащенный карбонатом, глауконитом, фосфатизированными ПП и раковинами наутилоидей. М-единицы в ней утратили глинистые

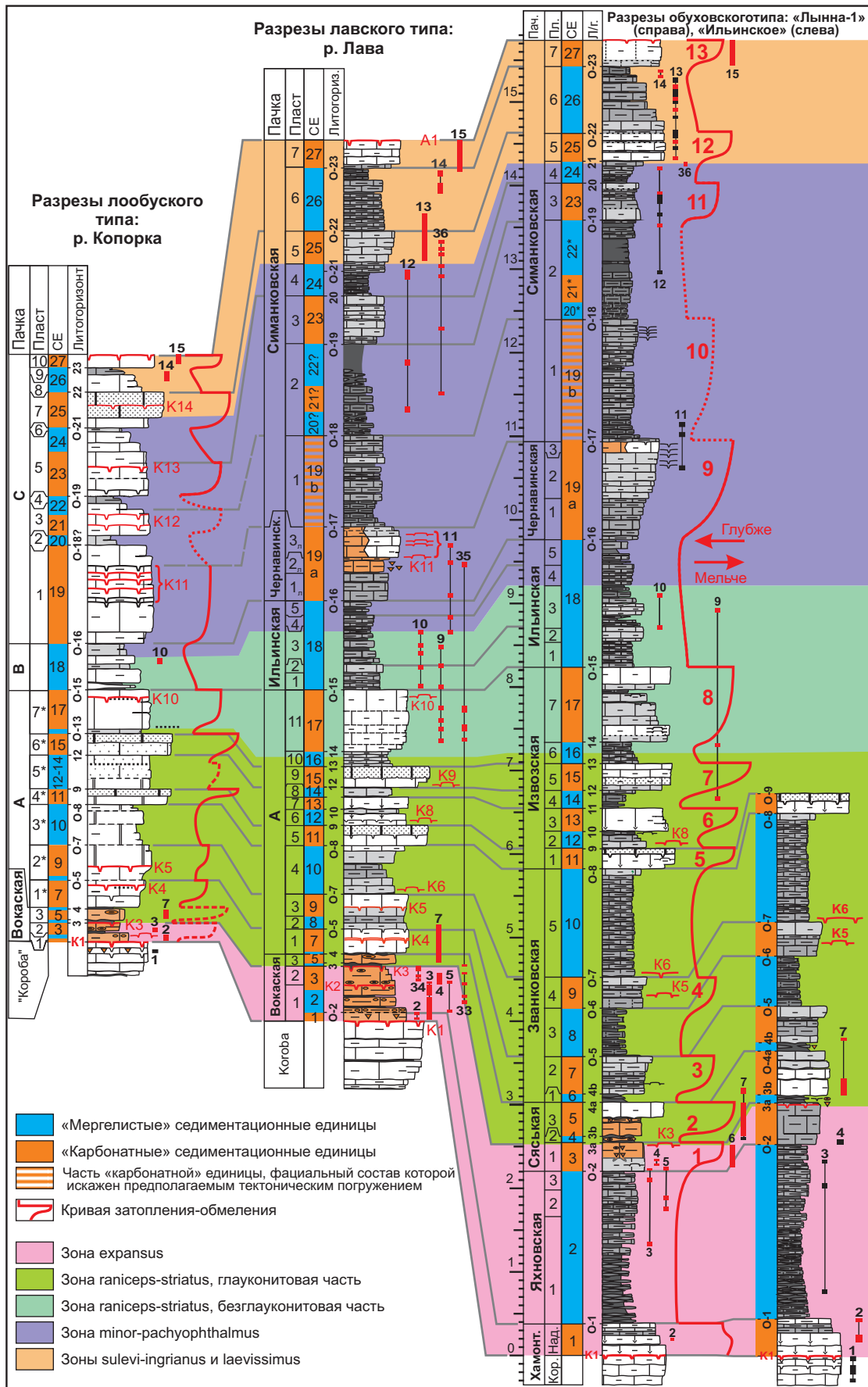


Рис. 8. Корреляция кундаских отложений Ингерманландского глинта

Точечным пунктиром обозначены участки кривых затопления-обмеления, корреляция которых условна. Участок с крупным пунктиром на левой кривой показан по аналогии с разрезом р. Волхов

прослои и получили более грубую стратификацию. К-единицы выглядят как пласты массивного или толсто плитчатого сложения, обогащенные биокластами и содержащие внутри довольно зрелые Ф-ПД и Ф-ТД. Тем не менее, циклическая структура разреза не меняется и все СЕ могут быть идентифицированы, по крайней мере, по своему положению в последовательности.

В разрезах лообуского типа слабо сокращается мощность СЕ-7-17 (пачка «А»), заметно – СЕ-18 (пачка «В») и резко – СЕ-19-27 (пачка «С»). Пачки «А» и «С» сложены одинаково конденсированными, высоко карбонатными фациями с обилием Ф-ПП и раковин наутилоидей. М-единицы становятся маломощными и более карбонатными, из-за чего в обнажении трудно отличимы от смежных К-единиц (СЕ-8, 10, 16, 20).

Для Ингерманландского глинта выделен ряд маркирующих уровней и интервалов, которые прослеживаются повсеместно, довольно легко диагностируются и, в большинстве случаев, биостратиграфически датированы.

1) Хардграунд К1 маркирует нижнюю границу кундаского горизонта, трилобитовой зоны *expansus* [4–6; 15; 16; 20; 25] и конодонтовой зоны *variabilis* [28]. В разрезах обуховского типа К1 лежит в 35 см над подошвой хамонтовской пачки (первого «белого слоя»). На р. Лынна FAD *Asaphus fallax* Angelin установлен сразу над К1, FAD *Asaphus expansus* Wahlenberg – в 5 см выше [25]. На р. Волхов *Asaphus expansus gracilis* Ivantsov обнаружен в 14–17 см над К1 [8]. Нижняя граница зоны *variabilis* установлена на р. Лынна чуть ниже К1 по FAD вида-индекса [28].

2) Поверхность К2 (ТД/ПД) расположена в 9 см над подошвой СЕ-3 (1/Ss) в разрезах «Званка» и «Ильинское». В разрезах лавского и лообуского типов, где граница «мергелистой» СЕ-2 и «карбонатной» СЕ-3 уже неразличима из-за аномальной глинистости НЧС, поверхность К2, напротив, становится более выраженной и принимает на себя корреляционную функцию. К нему приурочена смена *Asaphus expansus robustus* Ivantsov на *A. e. deltifrons* [10; 12; 26].

3) Поверхность К3 (ТД/ПД) расположена в кровле СЕ-3 (1/Ss) или чуть ниже. В разрезах обуховского типа имеет бордовую гематит-фосфатную (р. Лынна) или коричневую фосфатную импрегнацию (р. Волхов), в разрезах лавского и лообуского типов – белесую фосфатную. Данный уровень выбран как маркер границы между несмыкающимися трилобитовыми зонами *expansus* и *ranicepsstriatus* [4].

4) Литогоризонт О-4 в разрезах обуховского типа разделяет карбонатную сяськую пачку и более глинистую званковскую пачку. При его пересечении заметно возрастает глинистость известняков, что особенно хорошо видно на р. Волхов. Это самый высокий уровень, которого достигают железистые оолиты НЧС (разрез «Лынна-2»). В разрезах лавского и лообуского типов литогоризонт О-4 повсеместно является кровлей НЧС. Однако при его пересечении там наблюдаются

обратные изменения – резко возрастает карбонатность и содержание биокластов. Это обусловлено сочетанием двух противоположных тенденций – увеличении в западном направлении глинистости НЧС (аномальная) и карбонатности отложений над ним (нормальная). Данный уровень биостратиграфически не датирован; однако в разрезе «Лынна-1» внутри вышележащей СЕ-7 (=2/Zv) установлена нижняя граница конодонтовой зоны *crassus* [28].

5,6) Литологически контрастные СЕ-11 и СЕ-15 повсеместно выделяются как наиболее карбонатные, биокластические и массивные единицы в интервале В_{III}β. Их мощность уменьшается на запад от 25 и 35 см («Ильинское») до 18 и 26 см (Копорье). Особенно контрастно они выражены в разрезах лавского и лообуского типов, где их верхние части сложены биокластическим пакстоуном и/или грейнстоуном (верхние и нижние «кости») [9; 10; 12]. Эти породы являются «клиньями» грубозернистых биокластических фаций Восточной Эстонии и, по нашему мнению, отражают регрессивные максимумы с восточным сдвигом фаций. На р. Лынна по подошве СЕ-11 проведена нижняя граница конодонтовой зоны *pseudoplanus* [28].

7) Уровень смены глобулярного глауконита на глауконитизированные биокласты располагается внутри СЕ-16 (6/Iz) и наиболее заметен в разрезах лообуского типа. В Эстонии по нему проведена граница утриаской и валгейзской пачек [20].

8) «Мергелистая» СЕ-18 повсеместно выделяется как сравнительно глинистый и тонкослоистый интервал, располагающийся в пограничной части В_{III}β и В_{III}γ. В этом интервале наблюдается значительный западный сдвиг глубоководных глинистых фаций; увеличение глинистости в нем фиксируется даже на Эстонском глинте. В разрезах волховского и лавского типов интервал представлен ильинской пачкой, с которой связано последнее появление хорошо выраженных прослоев глин (в симанковской пачке присутствуют только прослои мергеля). В разрезах лообуского типа интервал представлен пачкой «В» (по нашей классификации) или средней частью валгейзской пачки (по К. Орвику [20]). Руководящим видом ильинской пачки является *Asaphus knyrkoi* F. Schmidt [10; 26]; посередине ильинской пачки на р. Лава [10] и в карьере Путилово [26] установлен FAD *Asaphus minor* F. Schmidt и таким образом нижняя граница зоны *minor-pachyophthalmus*.

9) «Карбонатная» СЕ-25 выделяется в верхней части подгоризонта В_{III}γ максимальной карбонатностью, биокластичностью и грубослоистостью. С его нижней границей совпадает граница зон *minor-pachyophthalmus* и *sulevi-ingrianus*. На р. Лава и р. Волхов сразу ниже этого уровня установлен LAD *Asaphus pachyophthalmus* F. Schmidt, сразу выше – FAD *A. sulevi* Jaanusson.

10) Контрастный литогоризонт О-23 разделяет М-единицу СЕ-26 и К-единицу СЕ-27. На реках Волхов и Лава [10] сразу под ним установлен LAD *Asaphus ingrianus* Jaanusson, над ним – FAD *Asaphus laevis* F. Schmidt.

11) Хардграунд А1 маркирует нижнюю границу азериского горизонта, трилобитовой зоны *heckeri* и дубовикской свиты. Под ним зафиксирован LAD *Asaphus laevisimus* F. Schmidt, над ним – FAD *A. heckeri* Ivantsov (+10 см) и *Subasaphus latisegmentatus* (Nieszkowski) (+10 см) [5–7].

Обсуждение. Литология и строение. Основные черты строения кундаского горизонта рек Волхов и Лынна показаны А. Ю. Иванцовым [6; 26]. При сравнении с нашими данными обнаружили несущественные расхождения. Так, в разрезе «Званка» А. Ю. Иванцовым неточно указаны мощности хамонтовской пачки, пачки 1 лыннской свиты (=яхновской) и пачки 2 (=пласта 1/Сяс): 0,45 м, 1,7 м, 0,3 м вместо 0,7 м, 1,5 м, 0,36 м. Иными словами, верхние 20 см хамонтовской пачки были включены в состав вышележащей. В основании НЧС А. Ю. Иванцовым была указана поверхность перерыва с кирпично-красной окраской подстилающей породы. На самом деле это тонкий интервал с красными пятнами, маркирующими скопления железистых оолитов. В разрезе «Лынна-1» за границу волховского и кундаского горизонтов была принята поверхность перерыва, лежащая примерно в 10 см выше хардграунда К1.

Структуры, групповой состав скелетных зерен и содержание доломита в разрезе Лынна-1 детально охарактеризовали А. Линдског с соавторами [28]. Пики содержания скелетного материала четко сопоставляются с нашими «карбонатными» единицами: LY-12-12...LY-12-15 = «белый слой»; LY-12-25...LY-12-28 = пласт 1/Сс; LY-12-30...LY-14-3 = пласт 3/Сс; LY-12-33,34 = пласт 2/Зв; LY-12-35 = пласт 4/Зв; LY-12-41...LY-12-44 = пласт 1/Зв или второй «белый слой». По нашим данным, слою на уровне проб LY-12-25...LY-12-28 и LY-12-33 обладают структурой вакстоуна, а не пакстоуна. Возможно, для изготовления шлифов были использованы образцы, содержащие ходы инфауны, концентрирующие биокласты. Частые поверхности ТД с гематитовой импрегнацией, указанные в верхней части зоны *expansus* [28], на самом деле являются поверхностями МД/ПД с фосфатной импрегнацией (за исключением КЗ). Как показывают наши наблюдения, тонкодисперсный гематит не входит в состав участков импрегнации, но концентрируется вокруг них. В отношении доломита авторы указывают, что «...argillaceous samples are typically more affected...» ([28], с. 43), хотя график на рис. 4 в их статье, скорее, свидетельствует об обратном. Так, в В_{III}α большинство проб с содержанием доломита < 5% происходят из глинистых известняков АГ-5,6, а большинство проб с содержанием > 5% из более чистых, в т. ч. пик в 20–35% (первый «белый слой»). Последний уровень характеризуется широким развитием селективно доломитизированных ходов инфауны, т. е. доломитизация там имеет раннедиагенетическую природу. Резкое увеличение содержания доломита в В_{III}β (в т. ч. в глинистых известняках), по-видимому, связано с былым расположением этих отложений под преддевонским несогласием,

которое, похоже, является региональным уровнем доломитизации нижнепалеозойских пород в Прибалтике (см., например, [14]). Но даже в В_{III}β пики доломитизации связаны с наименее глинистыми слоями (образцы LY-12-33, LY-12-34, LY-12-36, LY-12-42). Интересно, что доломитизация резко уменьшается под мощным глинистым слоем 2/Сс, который мог экранировать просачивающиеся сверху растворы.

Литостратиграфия. Варианты литостратиграфического расчленения кундаского горизонта на востоке Ингерманландского глинта предлагались Л. Е. Поповым [21], С. Мяги [17] и А. Ю. Иванцовым [6; 7; 26]. Их общей чертой является выделение НЧС и ВЧС в качестве свит и пачек, от чего лучше бы избавиться; помимо этого, каждая из схем вызывает и частные нарекания. Что касается НЧС и ВЧС, то они выступают хорошими маркирующими уровнями лишь в пределах конкретных обнажений, тогда как при прослеживании на местности их объемы и положение границ могут значительно меняться, может наблюдаться «расщепление» или полное выклинивание. В этом отношении НЧС и ВЧС проигрывают К- и М-единицам, пусть не столь литологически контрастным, но литологически целостным, латерально выдержанным и более изохронным, т. е. позволяющим проводить детальную корреляцию разрезов. Переходя к частым отличиям, укажем, что в схеме Л. Е. Попова в составе обуховской свиты выделяются утриаская и валгейзская пачки, что не соответствует реально наблюдаемой литологии ее стратотипа. Эти карбонатные и конденсированные пачки не распространяются в район р. Волхов, замещаясь там более глинистыми и мощными отложениями. Далее, граница этих пачек сопоставлена с границами В_{III}β и В_{III}γ по В. В. Ламанскому [15; 16]. На самом деле граница настоящих утриаской и валгейзской пачек в Северной Эстонии лежит в 1,0–1,3 м выше этого уровня. С. Мяги [17] выделила в кундаском горизонте Южного Приладожья лавскую пачку лыннской свиты (=Ехпрансускалк по [31]) и напасскую пачку кандлеской свиты (=кундаская часть ВЧС [20]). Из них лавская пачка невалидна, а напасская пачка показана не в той части разреза, где расположен ВЧС. Лавская пачка выделена С. Мяги на основе лавского горизонта, который был изначально введен [13] для обозначения В_{III}α В. В. Ламанского [15; 16]. Авторы лавского горизонта ошибочно включили в его стратотип верхнюю часть В_{III}γ волховского горизонта (~ 0,8 м) и только нижнюю часть настоящего В_{III}α кундаского горизонта (~ 0,4 м из полных 0,6 м), который на р. Лава целиком входит в состав НЧС. Следовательно, лавская пачка может использоваться только для «оолитовых» разрезов В_{III}α, но не для классического Ехпрансускалк р. Волхов. Напасская пачка показана в кровле кундаского горизонта (рис. 2 в [17]), тогда как в Южном Приладожье ВЧС расположен намного ниже – почти в основании подгоризонта В_{III}γ [26]. Отсюда непонятно, каков именно объем у обуховской свиты и куда

помещать безоолитовую часть В_{III}У – в состав кандлеской или обуховской свит?

А. Ю. Иванцов привязал границы литостратонов к маркирующим литологическим уровням, что стало новым словом в местной стратиграфии. Однако он протягивал эти литостратоны на местности вне зависимости от литологических изменений внутри них, т. е. пока распознавались маркирующие уровни. Так, силлаоруская и синявинская свиты выделялись даже там, где уже не было железистых оолитов (р. Лынна и р. Лава соответственно), а обуховская свита – где отсутствовали глинистые известняки, мергели и глины (разрезы лообуского типа). Легко заметить, что при таком подходе к выделению литостратонов теряется литологический смысл их стратотипов, а сами литостратоны трудно использовать для иллюстрации структурнофациальной зональности. Что касается кундаского горизонта разреза р. Волхов, то, во-первых, выделение в нем шести свит явно избыточно, учитывая литологическую однотипность разреза. На наш взгляд, такие подразделения логичнее выделять в ранге пачек. Во-вторых, если исходить из принципа литологической целостности литостратонов, то трудно согласиться с повышением верхней границы симанковской пачки на 2,3 м над хардграундом А1. Последний является комплексным литологическим уровнем, выдержанным вдоль всего Балтийско-Ладожского глинта; в Южном Приладожье при его пересечении на порядок возрастает мощность седиментационных единиц и исчезают слои твердых известняков, характерные для верхней части кундаского горизонта. Напротив, выбранный А. Ю. Иванцовым уровень является локальным (выделяется только в Южном Приладожье) и не связан с заметными литологическими изменениями – по сути, это просто граница среднеслоистых и толстослоистых разностей глинистых известняков.

Заключение. В рамках данной работы проведена ревизия и детализация литостратиграфического расчленения кундаской части разреза р. Волхов. Кундаский горизонт состоит из 27 чередующихся седиментационных единиц – «мергелистых», сложенных глинистыми известняками с участием мергелей и глин, и «карбонатных», сложенных более чистыми и биокластическими известняками. Границы этих единиц, как правило, литологически четкие и выступают в качестве маркирующих уровней (литогоризонтов). Они прослеживаются на расстояние более 200 км (Лынна–Копорье) и могут служить основой детальной корреляции. В масштабе конкретного обнажения седиментационные единицы и их пакеты являются естественной основой для выделения литологически целостных пластов и пачек. Подошвенная часть кундаского горизонта отнесена к волховской свите согласно [6], основная часть – к обуховской свите, подразделенной на семь пачек. Из числа местных литостратонов выведены силлаоруская свита (НЧС), синявинская свита (ВЧС), утриаская и валгейызская пач-

ки. НЧС и ВЧС латерально и стратиграфически невыдержаны, заключены внутри «карбонатных» седиментационных единиц (сяськой и чернавинской пачек) и рассматриваются как особая фация последних. Утриаская и валгейызская пачки не имеют литологических аналогов на р. Волхов. Яхновская и сяськая пачки (лыннская + силлаоруская свиты в понимании [6; 26]) могут быть объединены в лыннскую подсвиту. Ряд опорных уровней датируется появлением трилобитовых или конодонтовых видов-индексов – хардграунд К1 (FAD *Asaphus expansus* Wahlenberg [4–6; 25]), поверхность перерыва К3 (FAD *A. raniceps* Dalman [4]), литогоризонт О-8 (FAD *Eoplacognathus pseudoplanus* Viira [27]), литогоризонт О-21 (FAD *A. sulevi* Jaanusson [10]), литогоризонт О-23 (FAD *A. laevis* Schmidt [6; 10; 26]).

Автор выражает признательность д-ру геол.-минерал. наук Т. Ю. Толмачевой и канд. геол.-минерал. наук Ф. А. Триколиди (Институт Карпинского) за помощь при подготовке данной работы, а также А. В. Бродскому, М. П. Батаковской и К. В. Башилову за участие в совместных полевых работах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балашова Е. А., Балашов З. Г. К стратиграфии глауконитовых и ортоцератитовых слоев ордовика северо-запада Русской платформы // Уч. зап. ЛГУ. Серия геол. – 1959. – Вып. IV. – С. 127–154.
2. Балашова Е. А., Балашов З. Г. К стратиграфии эхиносферитового известняка Ленинградской области // Вестник ЛГУ. – 1961. – № 12. – С. 42–55.
3. Дронов А. В., Федоров П. В. Карбонатный ордовик окрестностей С.-Петербурга: стратиграфия желтяков и фризов // Вестник СПбГУ. Сер. 7. Геология, география. – 1995. – Вып. 2. – С. 9–16.
4. Иванцов А. Ю. О возрасте нижнего «чечевиного слоя» (ордовик Ленинградской области) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. – 1990. – Т. 65, вып. 5. – С. 56–60.
5. Иванцов А. Ю. Кундаский и азериский горизонты (ордовик) на р. Волхов // Фауна и экосистемы геологического прошлого. – М.: Наука. – 1993. – С. 90–97.
6. Иванцов А. Ю., Мельникова Л. М. Волховский и кундаский горизонты ордовика и характеристика трилобитов и остракод на реке Волхов (Ленинградская область) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 1998. – Т. 6, № 5. – С. 47–63.
7. Иванцов А. Ю., Мельникова Л. М. Азериский, ласнамягиский и ухакусский горизонты ордовика в Ленинградской области и характеристика трилобитов и остракод // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2003. – Т. 11, № 4. – С. 24–40.
8. Исколь Г. С. Секвенс-стратиграфическая интерпретация интервала ВIIIα–ВIIIβ кундаского горизонта (ордовик) Ленинградской области // Ордовикское плато. К 100-летию рождения Б. П. Асаткина. – М., 2004. – С. 145–163.
9. Исколь Г. С. Следы штормовой седиментации в известняках кундаского горизонта (средний ордовик) Ленинградской области // Региональная геология и металлогения. – 2013. – № 56. – С. 12–20.
10. Исколь Г. С. Опорный разрез кундаского горизонта (средний ордовик) на реке Лава: описание и био-стратиграфическое расчленение по трилобитам // Региональная геология и металлогения. – 2015. – № 63. – С. 9–19.

11. Искюль Г. С. Фосфатизированные поверхности перерыва в известняках кундаского горизонта (дарривильский ярус, средний ордовик) Северо-Запада России // Региональная геология и металлогения. – 2019. – № 78. – С. 5–20.
12. Искюль Г. С. Циклостратиграфия и фации нижнедарривильских отложений (средний ордовик) северо-запада Русской плиты // Автореф. дисс. канд. геол.-минерал. наук. – СПб., 2017. – 23 с.
13. Искюль Н. В., Кузнецов С. С. Геологический очерк долины реки Лавы. – Л., 1962. – 52 с.
14. Клессмент А. Э. Минеральные проявления больших седиментационных перерывов // Минеральные и геохимические индикаторы процессов литогенеза в осадочных толщах Прибалтики и Белоруссии: Тез. семин. Таллинн. Ин-т Геологии ЭССР. – 1984. – С. 106–108.
15. Ламанский В. В. Изследования в области Балтийско-Ладожского глинта лѣтом 1900 г. // Изв. Геол. комитета. – 1901. – Т. 20. – С. 233–277.
16. Ламанский В. В. Древнейшие слои силурийских отложений России. – СПб., 1905. – 230 с.
17. Мяги С. О. Стратиграфия и фауна онтикаских отложений // Автореф. дисс. канд. – Таллинн : АН ЭССР, 1984. – 29 с.
18. Мянниль Р. М. История развития Балтийского бассейна в ордовике. – Таллин : Валгус, 1966. – 200 с.
19. Мянниль Р. М., Рьымусокс А. К. Ревизия литостратиграфической схемы расчленения ордовика Северной Эстонии // Стратиграфия древнепалеозойских отложений Прибалтики. – Таллин, 1984. – С. 52–62.
20. Орвику К. К. О литостратиграфии волховского и кундаского горизонтов Эстонии // Тр. Инст. Геол. Эст. АН ЭССР. – 1960. – Т. V. – С. 45–77.
21. Решения межведомственного регионального стратиграфического совещания по ордовика и силуру Восточно-Европейской платформы 1984 г. с региональными стратиграфическими схемами. – Л. : Недра, 1987. – 115 с.
22. Dronov A. V., Holmer L. E. Depositional sequences in the Ordovician of Baltoscandia. In Quo vadis Ordovician? Short Papers of the 8th International Symposium on the Ordovician System / eds. P. Kraft & O. Fatka // Acta Universitatis Carolinae. Geologica. – 1999. – Vol. 43. – Pp. 1133–1136.
23. Dronov A. V., Rozhnov S. V. Climatic changes in the Baltoscandian basin during the Ordovician: sedimentological and palaeontological aspects // Acta Palaeontologica Sinica. – 2007. – Vol. 46 (Suppl.). – Pp. 108–113.
24. Dunham R. J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture / ed. W. E. Ham // Classification of carbonate rocks. – Amer. Assoc. of Petroleum Geologists Memoir. – 1962. – Vol. 1. – Pp. 108–121.
25. Hansen T., Nielsen A. T. Upper Arenig trilobite biostratigraphy and sea-level changes at Lynna River near Volkhov, Russia // Bull. of the Geological Soc. of Denmark. – 2003. – Vol. 1, iss. 50. – Pp. 105–113.
26. Ivantsov A. I. The trilobites of subfamily Asaphinae of Baltic-Ladoga clint // Paleontological Journal. – 2003. – Vol. 3, iss. 37 (Suppl.). – Pp. 231–336.
27. Jaanusson V. Faunal dynamics in the Middle Ordovician (Viruan) of Baltoscandia / ed. M. G. Bassett // The Ordovician System. Proceedings of a Palaeontological Association symposium, Birmingham. – 1976. – Pp. 301–326.
28. Middle Ordovician carbonate facies development, conodont biostratigraphy and faunal diversity patterns at the Lynna River, northwestern Russia / A. Lindskog, M. E. Eriksson, J. A. Rasmussen, A. Dronov, C. M. Ø. Rasmussen // Estonian Journal of Earth Sciences. – 2020. – Vol. 1, iss. 69. – Pp. 37–61.
29. Rasmussen Ch. M., Nielsen A. T., Harper D. A. Ecostratigraphical interpretation of lower Middle Ordovician East Baltic sections based on brachiopods // Geological Magazine. – 2009. – Vol. 146 (5). – Pp. 717–731.
30. Raymond P. The Correlation of the Ordovician Strata of the Baltic Basin with those of Eastern North America // Bulletin of the Museum of Comparative Zoology. Harvard University Museum of Comparative Zoology. – 1916. – Vol. 3, iss. 56. – Pp. 43–48.
31. Schmidt F. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten nebst geognostischer Übersicht des ostbaltischen Silurgebiets. Abt. 1: Phacopiden, Cheiruriden und Encrinuriden // Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences. – St. Petersburg, 1881. – Vol. 30, iss. VII. – Pp. 1–238.
32. Schmidt F. Excursion durch Estland // Guide des excursions du VII Congr. Geol. International. XII. – St. Petersburg, 1897. – Pp. 1–21.

REFERENCES

1. Balashova E. A., Balashov Z. G. K stratigrafii glaukonitovykh i ortoseratitovykh sloev ordovika severo-zapada Russkoy platformy [On the stratigraphy of glauconitic and orthoceratitic beds of the Ordovician in the north-west of the Russian Platform]. *Uch. zap. LGU. Seriya geol.*, 1959, vol. IV, pp. 127–154.
2. Balashova E. A., Balashov Z. G. K stratigrafii ekhinosferitovogo izvestnyaka Leningradskoy oblasti [On the stratigraphy of Echinospaerites limestone of the Leningrad region]. *Vestnik LGU*, 1961, no. 12, pp. 42–55.
3. Dronov A. V., Fedorov P. V. Karbonatnyy ordovik okrestnostey S.-Peterburga: stratigrafiya zhelyakov i frizov [Carbonate Ordovician in the Vicinity of St. Petersburg: Stratigraphy of the Zhelyaki and Frizy]. *Vestnik SPbGU. Ser. 7. Geologiya, geografiya*, 1995, vol. 2, pp. 9–16.
4. Ivantsov A. Yu. O vozraste nizhnego «chechevichnogo sloya» (ordovik Leningradskoy oblasti) [On the age of the Lower «Lentil Layer» (Ordovician of the Leningrad region)]. *Byull. MOIP. Otd. Geol.*, 1990, vol. 5, iss. 65, pp. 56–60.
5. Ivantsov A. Yu. Kundaskiy i azeriskiy gorizonty (ordovik) na r. Volkhov [Kunda and Aseri Regional Stages (Ordovician) on the Volkhov River] *Fauna i ekosistemy geologicheskogo proshlogo*. Moscow, Nauka, 1993, pp. 90–97.
6. Ivantsov A. Yu., Melnikova L. M. Volkhovskiy i kundaskiy gorizonty ordovika i kharakteristika trilobitov i ostrakod na reke Volkhov (Leningradskaya oblast') [Ordovician Volkhov and Kunda Regional Stages and characteristics of trilobites and ostracods on the Volkhov River (Leningrad region)]. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya*, 1998, iss. 6, no. 5, pp. 47–63.
7. Ivantsov A. Yu., Melnikova L. M. Azeriskiy, lasnamyagiskiy i ukhakuskiy gorizonty ordovika v Leningradskoy oblasti i kharakteristika trilobitov i ostrakod [Ordovician Aseri Lasnamägi and Uhaku Regional Stages in the Leningrad region and characteristics of trilobites and ostracods]. *Str. Geol. Kor.*, 2003, vol. 11, no. 4, pp. 24–40.
8. Iskyul G. S. Sekvens-stratigraficheskaya interpretatsiya intervala BIII α -BIII β kundaskogo gorizonta (ordovik) Leningradskoy oblasti [Sequence stratigraphy of the BIII α -BIII β interval of the Kunda Regional Stage (Ordovician) of the Leningrad region]. *Ordovikskoe plato. K 100-letiyu rozhdeniya B. P. Asatkina*. Moscow, 2004, pp. 145–163.
9. Iskyul G. S. Sledy shtormovoy sedimentatsii v izvestnyakakh kundaskogo gorizonta (sredniy ordovik) Leningradskoy oblasti [The storm sedimentation features in packstone-grainstone beds of Kunda Regional Stage (Middle Ordovician), St. Petersburg region]. *Regional'naya geologiya i metallogeniya*, 2013, no. 56, pp. 12–20.
10. Iskyul G. S. Opornyy razrez kundaskogo gorizonta (sredniy ordovik) na reke Lava: opisanie i biostratigraficheskoe raschlenenie po trilobitam [Key section of the Kunda regional stage (Middle Ordovician) at the Lava River: description and biostratigraphy based on trilobites]. *Regional'naya geologiya i metallogeniya*, 2015, no. 63, pp. 9–19.
11. Iskyul G. S. Fosfatizirovannye poverkhnosti pereryva v izvestnyakakh kundaskogo gorizonta (darrivil'skiy yarus, sredniy ordovik) Severo-Zapada Rossii [Phosphatized discontinuity surfaces in the limestones of the Kunda Regional Stage (Middle Ordovician, Darriwilian) of North-West Russia]. *Regional'naya geologiya i metallogeniya*, 2019, no. 78, pp. 5–20.

12. Iskul G. S. Tsiklostratigrafiya i fatsii nizhnedarrivil'skikh otlozheniy (sredniy ordovik) severo-zapada Russkoy plity [Cyclostratigraphy and facies of the Lower Darriwilian deposits (Middle Ordovician) of the northwestern Russian Plate]. Avtoreferat diss. kand. g.-min. nauk. St. Petersburg, 2017, 23 p.
13. Iskul N. V., Kuznetsov S. S. Geologicheskiy ocherk doliny reki Lavy [Geological sketch of the Lava River valley]. Leningrad, 1962, 52 p.
14. Klessment A. E. Mineral'nye proyavleniya bol'shikh sedimentatsionnykh pereryvov [Mineral signs of large sedimentary discontinuities]. Mineral'nye i geokhimicheskie indikatory protsessov litogeneza v osadochnykh tolshchakh Pribaltiki i Belorussii: Tez. semin. Tallinn. In-t Geologii ESSR, 1984, pp. 106–108.
15. Lamansky V. Izsl'dovaniya v oblasti Baltiysko-Ladzhskogo glinta l'tom 1900 g. [Recherches géologiques dans la région du glint Baltique-Ladoga faites en 1900, par V. Lamansky]. *Izv. Geol. Komiteta*, 1901, vol. 20, pp. 233–277.
16. Lamansky V. Drevneyshie sloi siluriyskikh otlozheniy Rossii [Die aeltesten silurischen Schichten Russlands (Etage B)]. St. Petersburg, 1905, 230 p.
17. Mägi S. O. Stratigrafiya i fauna ontikaskikh otlozheniy [Stratigraphy and fauna of the Ontika subseries]. Avtoref. Diss. kand. Tallinn. AN ESSR. 1984, 29 p.
18. Männil R. M. Istoriya razvitiya Baltiyskogo basseyna v ordovike [History of the development of the Baltic basin in the Ordovician]. Tallinn, Valgus, 1966, 200 p.
19. Männil R. M., Rõõmusoks A. K. Reviziya litostratigraficheskoy skhemy raschleneniya ordovika Severnoy Estonii [Revision of the lithostratigraphic scheme of subdivision of the Ordovician of Northern Estonia]. *Stratigrafiya drevnepalaeozoyskikh otlozheniy Pribaltiki*. Tallin, 1984, pp. 52–62.
20. Orviku K. O litostratigrafii volkhovskogo i kundaskogo gorizontov Estonii [On the lithostratigraphy of the Volkhov and Kunda Stages of Estonia]. *Tr. Inst. Geol. Est. AN ESSR*, 1960, vol. V, pp. 45–77.
21. Resheniya mezhvedomstvennogo regional'nogo stratigraficheskogo soveshchaniya po ordoviku i siluru Vostochno-Evropeyskoy platformy 1984 g. s regional'nymi stratigraficheskimi skhemami [Decisions of the interdepartmental regional stratigraphic meeting on the Ordovician and Silurian of the East European Platform in 1984 with regional stratigraphic schemes]. Leningrad, Nedra, 1987, 115 p.
22. Dronov A., Holmer L. E. Depositional sequences in the Ordovician of Baltoscandia. In Quo vadis Ordovician? Short Papers of the 8th International Symposium on the Ordovician System (Kraft, P. & Fatka, O., eds). *Acta Universitatis Carolinae. Geologica*, 1999, vol. 43, pp. 1133–1136.
23. Dronov A., Rozhnov S. Climatic changes in the Baltoscandian basin during the Ordovician: sedimentological and palaeontological aspects. *Acta Palaeontologica Sinica*, 2007, vol. 46 (Suppl.), pp. 108–113.
24. Dunham R. J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. Ed.: W. E. Ham. Classification of carbonate rocks – *Amer. Assoc. of Petroleum Geologists Memoir*, 1962, vol. 1, pp. 108–121.
25. Hansen T., Nielsen A. T. Upper Arenig trilobite biostratigraphy and sea-level changes at Lynna River near Volkhov, Russia. *Bull. of the Geological Soc. of Denmark*, 2003, vol. 1, iss. 50, pp. 105–113.
26. Ivantsov A. The trilobites of subfamily Asaphinae of Baltic-Ladoga clint. *Paleontological Journal*, 2003, vol. 3, iss. 7 (Suppl), pp. 231–336.
27. Jaanusson V. Faunal dynamics in the Middle Ordovician (Viruan) of Baltoscandia. Ed. M. G. Bassett. The Ordovician System. Proceedings of a Palaeontological Association symposium, Birmingham, 1976, pp. 301–326.
28. Lindskog A., Eriksson M. E., Rasmussen J. A., Dronov A., Rasmussen C. M. Ø. Middle Ordovician carbonate facies development, conodont biostratigraphy and faunal diversity patterns at the Lynna River, northwestern Russia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 2020, vol. 1, iss. 69, pp. 37–61.
29. Rasmussen Ch. M., Nielsen A. T., Harper D. A. Ecostratigraphical interpretation of lower Middle Ordovician East Baltic sections based on brachiopods. *Geological Magazine*, 2009, vol. 146 (5), pp. 717–731.
30. Raymond P. The Correlation of the Ordovician Strata of the Baltic Basin with those of Eastern North America. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology. *Harvard University Museum of Comparative Zoology*, 1916, vol. 3, iss. 56, pp. 43–48.
31. Schmidt F. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten nebst geognostischer Übersicht des ostbaltischen Silurgebiets. Abt. 1: Phacopiden, Cheiruriden und Encrinuriden. Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Petersburg, 1881, vol. 30, iss. VII, pp. 1–238.
32. Schmidt F. Excursion durch Estland. *Guide des excursions du VII Congr. Geol. International. XII*. St. Petersburg, 1897, pp. 1–21.

Искуль Георгий Сергеевич – канд. геол.-минерал. наук, науч. сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (Институт Карпинского). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, 199106, Россия. <geo-iskyul@yandex.ru>

Iskül Georgy Sergeevitch – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Researcher, A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (Karpinsky Institute). 74 Sredny Prospect, St. Petersburg, 199106, Russia. <geo-iskyul@yandex.ru>