

Научная статья

УДК 551.7(084.2)“621.34”(470.23)

doi:10.52349/0869-7892\_2025\_101\_108-133

**Стратиграфия опорного разреза кундаского и азериского горизонтов среднего ордовика реки Лава (Южное Приладожье)****Г. С. Искюль**✉

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского, Санкт-Петербург, Россия, geo-iskyul@yandex.ru✉

**Ключевые слова:** ордовик, карбонатные отложения, стратиграфия, трилобиты, брахиоподы, Балтийско-Ладожский глинт, река Лава

**Для цитирования:** Искюль Г. С. Стратиграфия опорного разреза кундаского и азериского горизонтов среднего ордовика реки Лава (Южное Приладожье) // Региональная геология и металлогения. 2025. Т. 32, № 1. С. 108–133. [https://doi.org/10.52349/0869-7892\\_2025\\_101\\_108-133](https://doi.org/10.52349/0869-7892_2025_101_108-133)

Original article

UDC 551.7(084.2)“621.34”(470.23)

doi:10.52349/0869-7892\_2025\_101\_108-133

**Keywords:** Ordovician, carbonate deposits, stratigraphy, trilobites, brachiopods, Baltic-Ladoga Klint, Lava River



© Г. С. Искюль, 2025

**Аннотация.** Приводится послойное описание и новая версия литостратиграфического расчленения опорного разреза кундаского и азериского горизонтов среднего ордовика на р. Лава. Обуховская свита (кундаский горизонт) подразделена на вокаскую, лавскую, ильинскую, чернавинскую и симанковскую пачки. Первые две пачки общие с более западными («лообускими») разрезами Балтийско-Ладожского глинта, остальные — с более восточными («обуховскими»). Лавская пачка является новым подразделением, введенным вместо утриаской пачки, имеющей исходно меньший объем и другой принцип выделения. Верхний «чечевичный слой» не выделяется как самостоятельное подразделение и рассматривается как локальная «фация» чернавинской и низов симанковской пачек, с появлением которой может резко возрастать глинистость известняков. Дубовикская свита (азериский горизонт) представлена кавринской, мельницкой, суосаарской и жихаревской пачками, низы порожско-валимской свиты (верхи азериского и низы ласнамягского горизонтов) — перевельской пачкой (новое название). Кавринская пачка развита только на востоке глинта (в Южном Приладожье) и замещается к западу более карбонатной саксоловской пачкой. Мельницкая–перевельская пачки являются общими для большей части Ингерманландского глинта. На основе сравнения с опорным разрезом р. Лава предлагается уточнение и детализация стратиграфических разбивок пяти скважин Путиловской возвышенности в интервале биллингенского–азериского горизонтов.

**Key section stratigraphy of the Middle Ordovician Kunda and Aseri stages of the Lava River (south of the Lake Ladoga region)****G. S. Iskül**✉

All-Russian Geological Research Institute of A. P. Karpinsky, Saint Petersburg, Russia, geo-iskyul@yandex.ru✉

**Abstract.** The paper proposes a bed-by-bed description and new lithostratigraphic classification of the Middle Ordovician Kunda and Aseri stages of the Lava River. The Obukhovo Formation (Kunda Stage) includes the Voka, Lava, Il'yinskoye, Chernavino, and Simankovo members. The first two are also common in more western sections of the Baltic-Ladoga Klint (Loobu type), the others — with the eastern sections (Obukhovo type). The Lava Member is a new subdivision introduced to replace the Utria Member, which initially had a smaller volume and different identification principle. The upper “Oolite Bed” is not considered as an independent unit and refers to a local “facies” of the Chernavino Member and Lower Simankovo Member; with its appearance, the clay content of limestone can increase sharply. The Duboviki Formation (Aseri Stage) includes the Kavra, Mel'nitsa, Suosaari, and Zhikharevo

**For citation:** Iskül G. S. Key section stratigraphy of the Middle Ordovician Kunda and Aseri stages of the Lava River (south of the Lake Ladoga region). *Regional Geology and Metallogeny*. 2025; 32 (1): 108–133. [https://doi.org/10.52349/0869-7892\\_2025\\_101\\_108-133](https://doi.org/10.52349/0869-7892_2025_101_108-133)

members; the Lower Porogi-Valim Formation (top of the Aseri Stage and lower part of the Lasnamägi Stage) has the new Perevelje Member. The Kavra Member is developed only in the east of the Klint (south of the Lake Ladoga region) and the more carbonate Saksolovo Member replaces it to the west. The Mel'nitsa-Perevelje members are distributed over most of the Ingermanland Klint. A reinterpretation of the stratigraphy of five drillholes in the Putilovo Upland was carried out based on their correlation with the key section of the Lava River.

## ВВЕДЕНИЕ

Отложения нижнего–среднего ордовика в Южном Приладожье обнажаются в долинах рек и ручьев, пересекающих крутой северный склон Путиловской возвышенности, так называемый Балтийско-Ладожский глинт. Южнее глинта ордовикские отложения могут изучаться лишь посредством скважин, коих на этой территории в 50–60-х гг. XX в. пробурено несколько десятков [1]. К сожалению, керн этих скважин утрачен, а биостратиграфические и литологические данные, сохранившиеся в геологических отчетах, не отвечают современным требованиям детальности и точности. Поэтому они не могут быть использованы для решения стратиграфических задач без предварительного тщательного анализа и переинтерпретации. Основу для переинтерпретации дают опорные обнажения.

Опорный разрез нижнего–среднего ордовика западной и центральной частей Путиловской возвышенности обнажен в долине р. Лава [2–5]. Его карбонатная часть представлена биллингенским, волховским, кундаским, азериским и ласнамягским (нижняя часть) горизонтами. Целью работы является комплексная стратиграфическая характеристика кундаско-азериской части этого разреза с упором на литостратиграфический аспект. Последний обусловлен, во-первых, особенностями карбонатного разреза (полициклическим строением, латеральной выдержанностью слоевых единиц), во-вторых — ограниченными возможностями биостратиграфии в скважинах. Так, существующие зональности по бентосным (трилобиты, брахиоподы) и пелагическим (конодонты, граптолиты) группам могут быть использованы главным образом для расчленения обнажений, где есть возможность проработки больших объемов пород и отбора больших проб. Поэтому разработка местных «литостратиграфических стандартов» представляется актуальной. Комплексное изучение таких разрезов дает ключ не только к переинтерпретации старых буровых данных, но и основу для стратиграфического анализа будущих скважин.

В работе приводятся переработанные данные по кундаской части разреза, изложенные ранее [2], и новые данные — по азериской части. Предлагаемое здесь литостратиграфическое расчленение в той или иной степени отличается от вариантов предшественников [5; 6] и базируется на циклостратиграфическом подходе к проведению границ литостратонов. Так, ордовикская карбонатная серия Восточной Балтоскандии представляет собой

полициклическое чередование карбонатных и сравнительно мергелистых литологических тел разной мощности (дециметры–первые метры), выдержанных на расстоянии в десятки–первые сотни километров. Эти тела, как правило, обладают резкими границами (поверхности затопления и обмеления) и являются естественной основой для выделения литостратонов различного ранга. Литологическая однородность тел может нарушаться с появлением «фации» железистых оолитов, которой обычно сопутствуют повышенная глинистость и ряд других особенностей. Наиболее ярко такие изменения выражены в нижнем «чечевичном слое» (далее — НЧС). Напротив, в верхнем «чечевичном слое» (далее — ВЧС) эти изменения выражены намного слабее и проявлены более локально, что позволяет проследить литологические единицы на этом уровне вне зависимости от наличия железистых оолитов.

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И СТРАТИГРАФИЯ

На южном склоне Балтийского щита карбонатные ордовикские отложения формируют так называемое Ордовикское плато, ограниченное с севера денудационным уступом — Балтийско-Ладожским глинтом (рис. 1, *a, b*). Последний подразделяется на две части — западную Балтийскую (обычно имеющую вид морского клифа) и восточную Ингерманландскую (на суше) [7]. Непосредственно на Ингерманландском глинте выходят пакерортский–кундаский горизонты, тогда как азериский и ласнамягский горизонты — несколько южнее. Эти отложения обнажаются по рекам, пересекающим глинт (Волхов, Лава, Тосна и др.), а также в карьерах на плато (Путилово, Канцы, Бабино и др.).

Река Лава пересекает Балтийско-Ладожский глинт в 80 км к востоку от г. Санкт-Петербург, вырезая в глинте подобие каньона длиной около 5 км (по прямой). Первое упоминание о выходах карбонатного ордовика («нижнего силура») в долине р. Лава принадлежит И. Боку [8], а первая попытка детализировать его расчленение — Н. В. Искюль и С. С. Кузнецову [3] (рис. 1, *d*). Эти источники представляют лишь исторический интерес. В последние десятилетия литостратиграфия карбонатного ордовика р. Лава с большей или меньшей детальностью разрабатывалась П. В. Федоровым (биллингенский–волховский горизонты [4]), А. Ю. Иванцовым (волховский–ласнамягский горизонты [5; 9]) и автором данной работы (кундаский–ласнамягский горизонты [2; 10]). Распределение азафидных трилобитов



для карбонатной части разреза впервые показано А. Ю. Иванцовым [5; 9] и для кундаской части уточнено автором [2]. Брахиоподовые экозоны и основанная на них секвенс-стратиграфическая интерпретация кундаского горизонта р. Лава и карьера Путилово даны Х. Расмуссеном с соавторами [11].

На р. Лава автор выделяет 11 основных обнажений карбонатного ордовика (рис. 1, с). Полевые фотографии литостратонов кундаского и азериского горизонтов и наиболее характерные тектуры приведены на рис. 2–5 (для иллюстрации плохо обнаженных частей кундаского горизонта использованы фотографии Путиловского карьера). Колонки составлены по доступным обнажениям 5 (без выветрелой симанковской пачки), 8 и 10 (рис. 6–9). Обн. 5 (биллингенский–кундаский горизонты) представляет собой обрывистый левый берег р. Лава высотой 15–18 м в 400 м ниже моста в с. Васильково (N 59.881119, E 31.582564). Обн. 8 (кундаский–азериский горизонты) расположено на довольно крутом правом берегу р. Лава высотой 10 м в 500 м ниже устья р. Ковра (N 59.869409, E 31.591703). Само обнажение — отвесная верхняя часть берега высотой около 2 м, сложенная породами пограничной части кавринской и мельницей пачек (рис. 5, а). Ниже расположена заросшая лесом осыпь, расчистка которой до уровня реки позволила составить полный разрез симанковской пачки кундаского горизонта (рис. 7) и кавринской пачки азериского горизонта (рис. 8). Обн. 10 расположено на правом берегу р. Лава высотой около 8 м несколько ниже околицы п. Жихарево (N 59.858858, E 31.591778). Само обнажение — отвесная верхняя часть берега, сложенная жихаревской пачкой азериского горизонта до низов порожско-валимской свиты ласнамягиского горизонта (рис. 5, с). Ниже расположена заросшая осыпь, расчисткой которой вскрыт интервал от верхов кавринской пачки до суосаариской пачки азериского горизонта (рис. 9). В обнажениях 8 и 10 отмечены малоамплитудные гляциотектонические нарушения (послойные поверхности срыва и связанные с ними участки дробления известняков), не влияющие на полноту разреза. В обн. 8 такие поверхности отмечены на высоте ~1 м над подошвой дубовикской свиты, в обн. 10 — чуть ниже контакта дубовикской и порожской свит.

Кундаский горизонт примерно сопоставляется с балтийскими граптолитовыми зонами *Corypt-*

*bograptus retroflexus* — *Nicholsonograptus fasciculatus* нижней половины дарривильского яруса среднего ордовика [12]. На Ингерманландском глинте горизонт расчленен на три подгоризонта [13] и шесть зон по азафидным трилобитам [5]; верхняя часть зоны *raniceps–striatus* выделена в подзону *knurkoi* [2]. В Восточной Балтоскандии нижняя граница маркирована региональной поверхностью перерыва [9; 14–16], по нашей индексации — K1 [2; 17; 18].

Азериский горизонт примерно сопоставляется с балтийской граптолитовой зоной *Pterograptus elegans* дарривильского яруса [12]. На Эстонском глинте горизонт разделен на люганузеский и виймиский подгоризонты [19], на Ингерманландском глинте — на азафидные зоны *heckeri*, *kotlukovi–punctatus* и *intermedius–kowalewskii* [5]. Первые две зоны сопоставляются автором с люганузеским подгоризонтом, верхняя — с виймисским подгоризонтом. Нижняя граница маркирована региональной поверхностью перерыва [14; 16], по нашей индексации — A1 [2; 10; 17; 18; 20]. Несколько выше нее появляются характерные элементы азериской макрофауны — цистоидеи *Echinosphaerites aurantium* *infra Hecker*, трилобиты *Subasaphus Balashova* и др. [14].

Ласнамягиский горизонт примерно отвечает балтийской граптолитовой зоне *Pseudoamplexograptus distichus* дарривильского яруса [12]. На Ингерманландском глинте включает интервал-зону *kowalewskii–bottnicus* и слои *bottnicus–ornatus* [5]. Нижняя граница горизонта в данной работе проведена по хардграунду L3 выше уровня последнего появления характерного азериского вида *Iliaenus tauricornis* Holm [20]. Верхняя граница проведена по кровле серии хардграундов L8–L10, расположенной между слоями *bottnicus–ornatus* и слоями с *Xenasaphus devexus* [20].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Разрезы были расчищены, послойно документированы и опробованы. Содержание алевроглинистого силицикластического компонента определено для 161 образца методом кислотного выделения нерастворимого остатка (навеска 50 г, 3 % HCl). Пробы отбирались через 5–50 см таким образом, чтобы охарактеризовать основные типы пород в каждой стратиграфической единице. Кривая содержания

Рис. 1. Геологическое положение и стратиграфия разреза р. Лава

**а** — распространение нижнепалеозойских отложений в Северной Европе; **б** — геологическая карта Ингерманландского глинта с указанием разрезов, упоминаемых в тексте: *K* — р. Копорка, *Ф* — руч. Флоревитский, *T* — карьер у п. Тайцы, *Пп* — р. Поповка, *П* — карьер Путилово; **с** — расположение изученных обнажений на р. Лава (стрелки); **д** — сопоставление схем литостратиграфического расчленения карбонатной части нижнего–среднего ордовика р. Лава. Охристой заливкой показаны нижний и верхний «чечевичные слои». Вол. — волховская свита  
Источник: **а** — по [24], с изменениями

Fig. 1. Geological setting and stratigraphy of the Lava River section

**a** — distribution of Lower Paleozoic deposits in Northern Europe; **b** — geological map of the Ingermanland Klint, with the sections from the text indicated: *K* — Koprorka River, *Ф* — Florevitsy Stream, *T* — quarry near the village of Taitsy, *Пп* — Popovka River, *П* — Putilovo Quarry; **c** — location of the studied outcrops on the Lava River (arrows); **d** — comparison of lithostratigraphic subdivision diagrams, with the carbonate part of the Lower-Middle Ordovician of the Lava River included. Ocher shading displays the lower and upper “Oolite Beds”. Вол. — Volkhov Formation

Source: **a** — adapted from [24]



**Рис. 2. Обуховская свита, лавский тип разреза кундаского горизонта**

**a** — обн. 7, р. Лава в 2021 г.; **b** — стратификация лавской пачки, обн. 6, р. Лава, 2006 г.; **c** — обнажение верхней части лавской — нижней части симанковской пачек в Путиловском карьере, 2007 г. Индексы пачек: Vk — вокаская, Lv — лавская, IL — ильинская, Ch — чернавинская, Sm — симанковская

**Fig. 2. Obukhovo Formation, Lava type of the Kunda Stage section**

**a** — outcrop no. 7, Lava River in 2021; **b** — stratification of the Lava Member, outcrop no. 6, Lava River, 2006; **c** — outcrop of the Upper Lava — Lower Simankovo members in the Putilovo Quarry, 2007. Member indices: Vk — Voka, Lv — Lava, IL — Il'yinskoe, Ch — Chernavino, Sm — Simankovo

нерастворимого остатка для кундаской части опубликована ранее [2], для азериско-ласнамягиской части приводится на рис. 8, 9. Фауна определена автором.

Алеврито-пелитовая силицикластика (нормативно < 50  $\mu\text{m}$ , фактически < 40  $\mu\text{m}$ ) представляет собой смесь глинистых минералов и кварца, из которых первые попадают в диапазон от пелита (< 5  $\mu\text{m}$ ) до мелкого (5–10  $\mu\text{m}$ ) и среднего (10–25  $\mu\text{m}$ ) алеврита, второй — в алевритовую фракцию в целом (5–50  $\mu\text{m}$ ). В данной работе (а также [6; 8–11]) принято разделение известняков на чистые (< 10%), слабо- (10–15%), средне- (15–20%), сильно- (20–25%) и весьма сильно алевроглинистые (25–30%). Породы с содержанием 30–70% алевроглинистого компонента условно отнесены к мергелям.

Из основных литотипов изготовлено 70 вертикальных шлифов. Биокластические структуры определены на основе терминологии Данхема [21] и подразделены по размеру биокластов на крупные (1,0–0,5 мм), средние (0,5–0,25 мм), мелкие (0,25–0,1 мм) и тонкие (0,1–0,05 мм). Выделены три структурных типа известняков — грейнстоуны, пакстоуны и структурно бимодальные биокласто-микроспаритовые известняки. Последние представляют собой биотурбиты с пятнистым распределением биокластов (участки пакстоуна) и микроспаритового матрикса (участки вакстоуна и мадстоуна). Они разделены на плотные (структура пакстоуна преобладает) и неплотные (структура пакстоуна составляет менее 50% площади шлифа).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе послышной документации обнажений 5, 8 и 10 составлен непрерывный разрез кундаского, азериского и нижней части ласнамягиского горизонтов р. Лава и предложено его литостратиграфическое расчленение. Границы предлагаемых литостратонов датированы по трилобитам и брахиоподам. Полученный сводный разрез (местный «литостратиграфический стандарт») использован для переинтерпретации стратиграфических разбивок скважин, пробуренных в этой части Путиловской возвышенности.

### Литостратиграфия

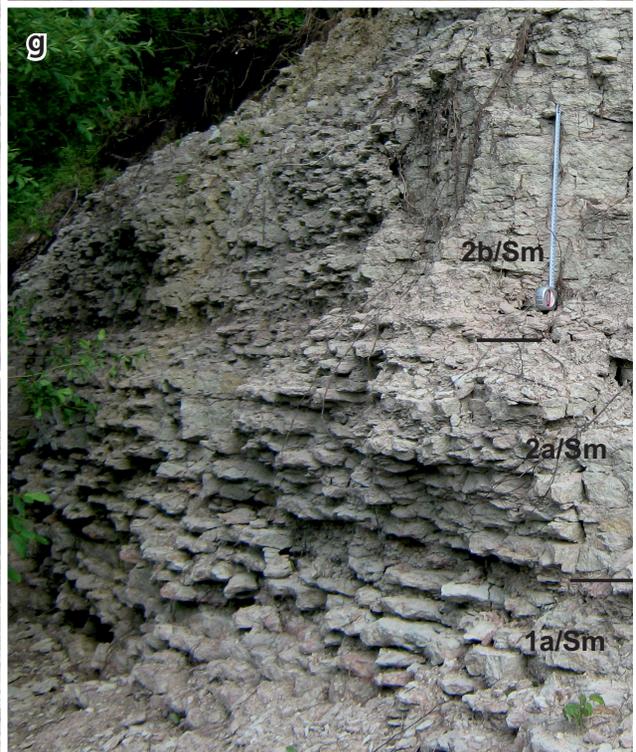
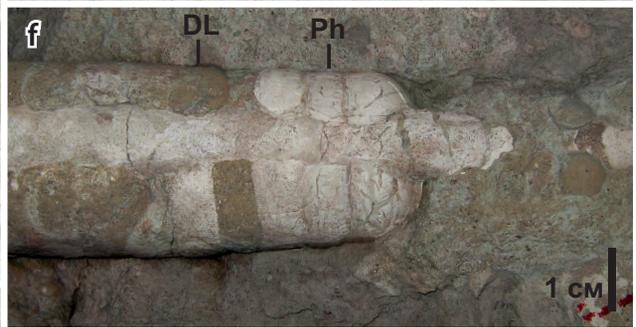
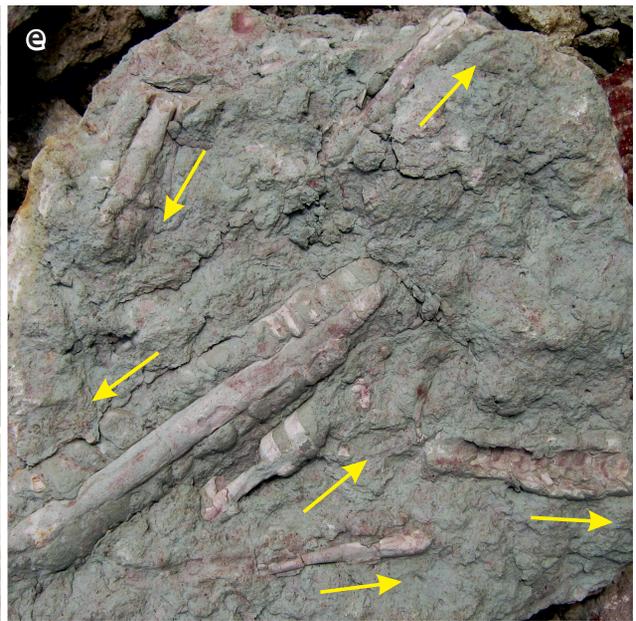
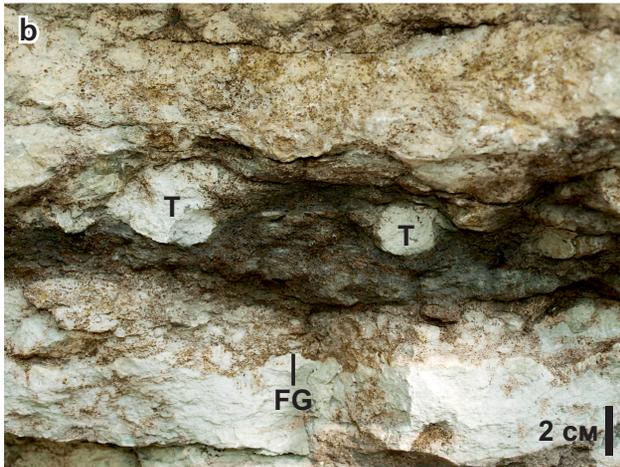
В карбонатной части ордовикского разреза р. Лава автор различает четыре свиты — волховскую (7,7 м), обуховскую (10,6 м), дубовикскую (8,8 м) и порожско-валимскую (+3,0 м), каждая из которых далее подразделяется на пачки и пласты. Порожско-валимская свита выделена автором ранее [20]. В целом карбонатный разрез р. Лава может быть представлен как чередование «карбонатных» и «мергелистых» литологических единиц различной мощности и ранга; в частности, крупными карбонатными единицами являются лавская и чернавинская пачки обуховской свиты, суосаариская пачка дубовикской свиты, перевельская пачка порожско-валимской свиты. Строение волховской свиты уже

освещено в литературе [4], строение вышележащих свит рассматривается ниже.

**Обуховская свита** выделена в «Решениях Межведомственного регионального стратиграфического совещания...» для кундаских отложений Ингерманландского глинта [6], название дано по д. Обухово на р. Волхов. Лектостратотип предложен у д. Званка [15], его объем расширен автором и включает семь пачек [18]. В разрезы «лавского типа» (к западу от р. Волхов) только три верхние пачки переходят в более или менее неизменном виде, тогда как нижняя половина кундаского горизонта там сокращена в мощности и представлена более карбонатными пачками — вокаской (с железистыми оолитами) и лавской (с зернами глауконита), общими с разрезами «лообуского» типа. Поэтому разрезы кундаского горизонта лавского типа относятся к обуховской свите условно.

**Вокаская пачка** [16] на р. Лава целиком соответствует НЧС в его максимальном объеме (зона *exrampus* и низы зоны *ganiceps–striatus*) [9]. Мощность пачки достигает здесь максимального значения — 0,8 м. Пачка сложена алевроглинистым известняком с пятнистой коричневатой/сероватой окраской, с обильным коричневым крапом железистых оолитов на коричневатых участках (рис. 3, а, b). В средней части (интервал 20–42 см) известняки сероватые с красными пятнами по редким скоплениям оолитов. Встречаются редкие тонкие прослои «глин» (глинистых алевролитов), окраска которых аналогична вмещающим известнякам. Размер и совершенность оолитов плавно увеличиваются вверх по разрезу от мельчайших псевдооолитов в подошве (0,3–0,8 мм) до крупных оолитов в кровле (до 2,5 мм). В кровле пачки обратный переход занимает всего 1 см.

Пачка лежит на региональном хардграунде K1 и содержит еще две маркирующие поверхности перерыва [5], обозначенные автором как K2 и K3 [2]. Хардграунд K1 представлен на р. Лава «несглаженной неровной» (с амплитудой до 2 см) поверхностью с белесой и темно-серой фосфатной импрегнацией глубиной 3–9 мм, образующей кровлю сиреневатых/зеленоватых известняков волховской свиты (рис. 3, а; рис. 4, а). Фосфатная импрегнация маскирована мелкими сиреневыми пятнами и крапом, развитыми на глубину до 3 см от поверхности хардграунда. Поверхности K2 и K3 представляют собой нодулярные фирмграунды, развитые, как правило, на откопанных слепках нор *Balanoglossites* шириной 1–3 см, выступающих в рельефе на высоту около 1–2 см. Фирмграунд K2 разделяет подзоны *robustus* и *deltifrons* (зона *exrampus*) и обладает сиреневой гематит-фосфатной импрегнацией глубиной от 6–16 мм (на протяженных участках) до 10–25 мм (в нодулях). В карьере Путилово импрегнация белесая фосфатная с отдельными пятнышками сиреневой. Фирм-хардграунд K3 является литологическим маркером трилобитовых зон *exrampus* и *ganiceps–striatus* [5]; над ним резко возрастает количество железистых оолитов (рис. 3, b). Нодули маркированы белесой/серой фосфатной импрегнацией глубиной до 2 см. Помимо сравнительно зрелых фосфатизированных поверхностей K2 и K3, в карбонатных слоях отмечены совсем незрелые поверхности



(софтграунды или диастемы), слабая импрегнация которых сохранилась в виде редких и мелких пятен белесого или бледно-сиреневого цвета. Диастемы с белесой импрегнацией отмечены в кровле пласта 2 и подошве пласта 3 (в 1 см выше), с бледно-сиреневой импрегнацией — в кровле пласта 3 и в 4 см над подошвой слоя 4. Интервал между поверхностями K1 и K2 содержит частые вертикальные норки, заполненные оолитами и псевдооолитами, глубиной 1–4 см. Они отходят от кровель карбонатных пластов, а также от определенных уровней внутри них, указывая на наличие переработанных поверхностей напластования. Наиболее крупные норки приурочены к фирмграунду K2; в карьере Путилово они заполнены чуть более крупными оолитами, до 1 мм.

*Лавская пачка* выделяется в данной работе для обозначения нижней массивной части «ортоцератитового известняка», имеющей на р. Лава мощность 3,2 м. Ранее для обозначения этого интервала автор использовал название «утриаская пачка» [2; 10; 17], что является ошибкой — настоящая утриаская пачка имеет другой принцип выделения (как интервал с макроскопическим глауконитом [16]) и объем (верхняя граница ниже на 0,7 м на р. Лава). Лавская пачка выделяется как толстослойный карбонатный интервал вне зависимости от присутствия глауконита; ее границы представляют собой уровни резкого изменения карбонатности и характера стратификации<sup>1</sup>.

Пачка сложена известняком твердым грубослойным (20–30 см, в отдельных интервалах 10–14 см) сиреневатым/сероватым или сиреневатым/зеленоватым, практически без прослоев глин с крупными ортоконами эндоцерид, особенно частыми с высоты 90 см над подошвой (рис. 2; рис. 3, *c, e, f*). Содержание алевроглинистого компонента в основном 12–16% (до 23% в отдельных слоях). В шлифах обычно наблюдается пятнистая биокласто-микроспаритовая структура, реже структура неплотного среднезернистого пакстоуна и совсем редко — средне-мелкозернистого плотного пакстоуна и крупно-среднезернистого грейнстоуна. В нижних 2,4 м пачки присут-

ствуют мелкие зерна глауконита. Карбонатные слои обычно обладают пятнистой текстурой, образованной темно-серыми/зеленовато-серыми и белесыми пятнами (рис. 4, *b*). Первые представляют собой участки диагенетической доломитизации размером до 6 см по ходам типа *Balanoglossites* и ряда других; к ним могут быть приурочены мелкие жеоды желтого доломита. Белесые пятна обычно представляют собой переработанные софтграунды с фосфатной импрегнацией. Они мелкие (0,5–1,0 см), встречаются в виде послойных цепочек (в поперечном сечении пластов) или образуют мелкопятнистый рисунок породы (в плоскости напластования) (рис. 4, *b, d–f*), следуют по разрезу через 2–8 см. Реже встречаются нодули и протяженные участки фирмграундов, отличающиеся «рваным» эрозионным рельефом и более глубокой (до 2 см) и выдержанной импрегнацией белесого до темно-серого цвета (рис. 4, *c, f*). Остатки крупных эндоцерид обычно лежат упорядоченными группами, напоминающими раковинные «гати» (рис. 3, *e*). Заполнение сифонов и нижних частей воздушных камер ортоконов часто фосфатизировано и выделяется белесым цветом на более темном фоне пород (рис. 3, *f*; рис. 4, *g*).

По разрезу наблюдается чередование пластов твердых/грубослойных (14–25 см, до 70 см) и сравнительно алевроглинистых/среднеслойных (7–60 см) (рис. 3, *c*). Первые составляют 2/3 мощности и благодаря своей твердости выступают в рельефе обнажений. Они обеднены алевроглинистым компонентом (7–14%), но обогащены биокластами, фосфатными поверхностями перерыва (включая все фирмы и хардграунды) и обладают наиболее контрастной доломитовой пятнистостью. Среди них особой твердостью выделяются два пласта с контрастной структурой сортированного пакстоуна (до грейнстоуна) в верхних частях и обильными остатками эндоцерид (5/Lv и 9/Lv). Эти пласты являются хорошими маркерами, прослеживаясь через Ингерманландский глинт в Восточную Эстонию, последовательно приобретая все более грубую биокластовую структуру.

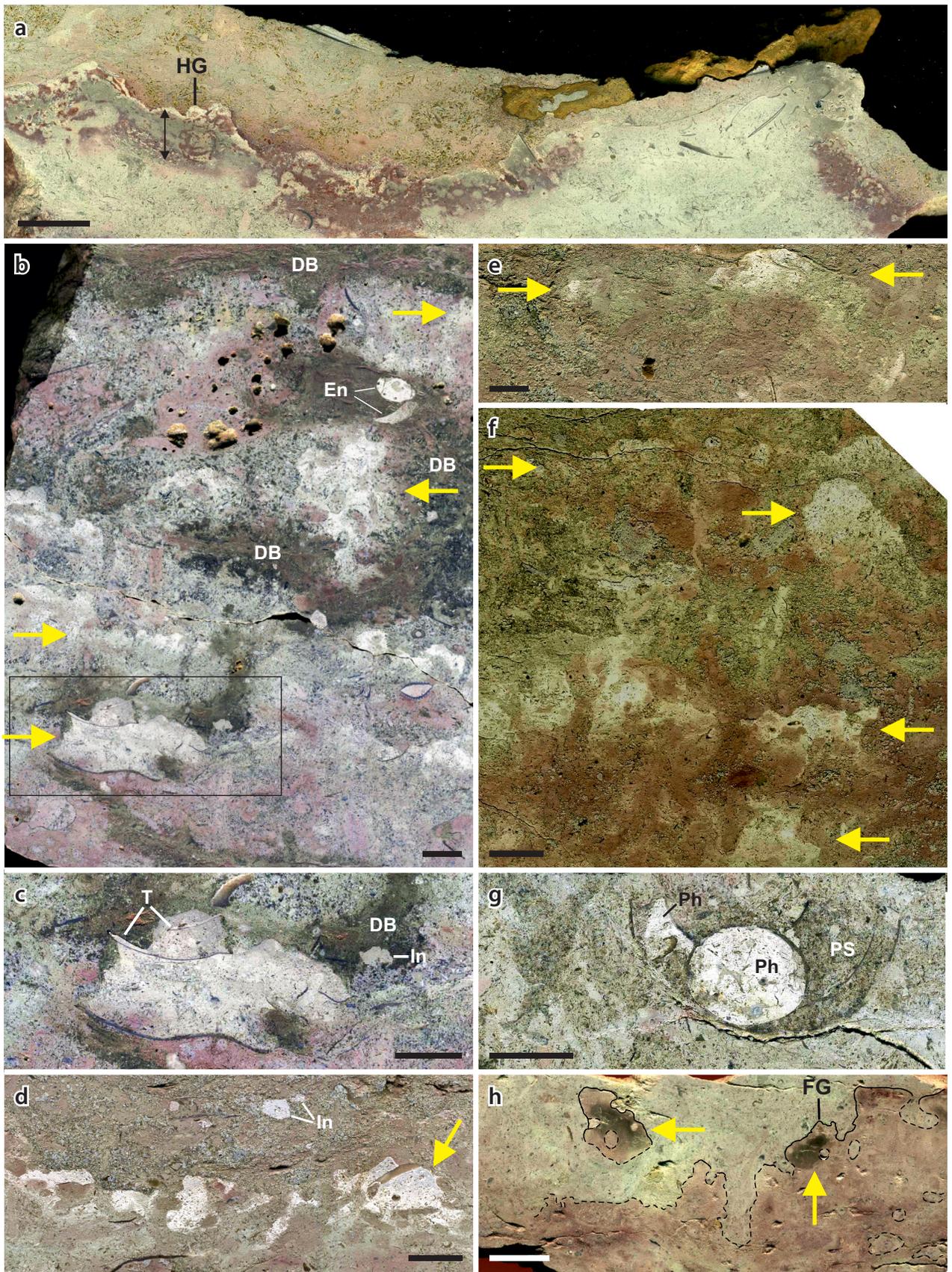
### Рис. 3. Макролитологические особенности обуховской свиты Путиловской возвышенности

**a** — хардграунд (HG) K1. Рыжие пятна под ним в правой части — скопления гетитизированных биокластов. Обн. 2, р. Лава; **b** — верхняя часть вокаской пачки с крупными железистыми оолитами. В основании — фирмграунд (FG) K3, в середине — мощный прослой глины с ходами талассиноидов (стрелки). Обн. 7, р. Лава; **c** — грубая стратификация лавской пачки, контакт «карбонатного» пласта 3/Lv и «мергелистого» пласта 4/Lv, обн. 5; **d** — стратификация ильинской пачки, Путиловский карьер. Длина линейки 30 см; **e** — бимодальное залегание эндоцерид на нижней поверхности известняковой плиты. Стрелки обозначают направление от апики к устью. Лавская пачка, карьер Путилово; **f** — слепок эндоцеридного ортокона с фосфатизированным (Ph) и доломитизированным (DL) заполнением. Сифонная трубка заполнена неизмененным вакстоуном, Путиловский карьер; **g** — тонкая мергельно-известняковая стратификация симанковской пачки. Длина рулетки 50 см. Путиловский карьер, 2006 г.

### Fig. 3. Macrolithological features of the Obukhovo Formation, Putilovo Upland

**a** — hardground (HG) K1. Rust-colored spots beneath it on the right side relate to accumulations of goethitized bioclots. Outcrop no. 2, Lava River; **b** — Upper part of the Voka Member with large goethitic ooids. The firmground (FG) K3 is at the base, there is a thick clay interlayer with thalassinoid burrows (arrows) in the middle. Outcrop no. 7, Lava River; **c** — thick stratification of the Lava Member, contact of the “carbonate” bed 3/Lv and the “marly” bed 4/Lv, outcrop no. 5; **d** — stratification of the Il'yinskoe Member, Putilovsky Quarry; ruler length is 30 cm; **e** — bimodal arrangement of endocerid shells on the lower surface of the limestone slab. Arrows display the shell directions. Lava Member, Putilovo Quarry; **f** — cast of endocerid shell with phosphatized (Ph) and dolomitized (DL) fillings; siphon is filled with unaltered wackestone. Putilovo Quarry; **g** — thin-bedded marl-limestone alternation in the Simankovo Member. Tape measure length is 50 cm. Putilovo Quarry, 2006

<sup>1</sup> Название «лавская пачка» было использовано С. Мяги [22] для обозначения отложений зоны *expansus* без железистых оолитов. Однако на р. Лава зона *expansus* представлена только в оолитовой фации, а породы с глауконитом, одно время относившиеся к ней, на самом деле принадлежат зоне *lepidurus* (пачка «фризы»). Поэтому лавская пачка в понимании С. Мяги не имеет смысла и не употребляется.



Пласты второго типа обогащены алевроглинистым компонентом (17–23 %) и несколько обеднены биокластами; доломитизация ихноструктур в них внешне мало контрастна, а поверхности перерыва представлены софтграундами. Такие известняки обычно обладают неровной среднеплитчатой отдельностью, которая развивается по мергелистым прослойкам или локальным скоплениям мергелистых ходов инфауны.

*Ильинская пачка* впервые выделена А. Ю. Иванцовым на р. Лава и в карьере Путилово как пачка 4 обуховской свиты [5; 15]. Автор первоначально предлагал для нее название «путиловская» [2], но оказалось, что оно уже было использовано Т. Н. Алиховой для надгоризонта [23]. Новое наименование было предложено по с. Ильинское на р. Волхов (ныне Плеханово), стратотип предложен в разрезе Званка выше по течению [18]. Пачка сложена линзовидно-комковатым алевроглинистым известняком, образующим слои толщиной от 2–3 до 5–7 см, в основной верхней части разделенные прослоями глины толщиной 1–4 см (рис. 2, с; рис. 3, d; рис. 6). Мощность пачки 1,1 м на р. Лава, западнее уменьшается до 0,9 м (Путилово), восточнее увеличивается до 1,55 м (р. Волхов). По сравнению с р. Волхов, на р. Лава слои глины более тонкие, а концентрация биокластов в карбонатных слоях выше. Отвечает подзоне *knugkoj* и низам подзоны *minor*.

*Чернавинская пачка* впервые выделена А. Ю. Иванцовым на р. Лава и в карьере Путилово как пачка 1 синявинской свиты [5; 15]. Автор первоначально предлагал для нее название «плехановская» [2], но

затем остановился на идеологически нейтральном — по с. Чернавину на правом берегу р. Волхов. Стратотип предложен в разрезе Званка на левом берегу р. Волхов [18].

На р. Лава и в карьере Путилово пачка представляет собой грубослоистый карбонатный интервал, контрастирующий со вмещающими более глинистыми и тонкослоистыми отложениями. Пачка отвечает основной верхней части трилобитовой подзоны *minor* (рис. 2, с). Мощность пачки на р. Лава составляет 88 см, западнее она уменьшается до 67 см (карьер Путилово), восточнее увеличивается до 120 см (р. Волхов). В районе р. Лава установлены два типа разреза чернавинской пачки (безоолитовый и оолитовый) с одинаковым строением нижней части (пласт 1/Ch) и разным набором литотипов в верхней части (пласты 2/Ch и 3/Ch). Безоолитовый разрез пачки установлен в обн. 8 (рис. 7); он почти целиком сероцветный, с отчетливым ростом вверх по разрезу чистоты и твердости карбонатных слоев, увеличением количества биокластов и количества/зрелости фосфатных поверхностей перерыва (далее — ПП). Пласт 3/Ch представлен там особенно твердым вакстоуном-пакстоуном с частыми фосфатными фирмграундами и темно-серыми пятнами доломитизированных следов рытья. Оолитовые разрезы (рис. 6, обн. 5 р. Лава; карьер Путилово) отличаются коричневатой и/или красной окраской пластов 2/Ch и 3/Ch, наличием в них железистых оолитов, высоким содержанием алевроглинистого компонента, отсутствием фосфатизированных ПП и доломитовых ходов инфауны.

**Рис. 4. Поверхности перерыва в обуховской свите р. Лава (двойная стрелка показывает глубину импрегнации)**

**a** — хардграунд (HG) K1, серая и белая импрегнация маскирована сиреневыми пятнами. В правой части фотографии — выступ, бронированный железной и исверленной галькой; **b** — темно-серые пятна доломитизированных ихноструктур (DB) в сочетании с прерывистой белой фосфатной импрегнацией поверхностей перерыва (желтые стрелки, нижняя — фирмграунд K5). Эндоцеридная раковина «растворилась» в пятне доломитизации кроме фосфатизированных слепков сифонной трубки и одной камеры (En). Пласт 3/Lv; **c** — увеличенный фрагмент предыдущего образца с нодулем фирмграунда K5, сформированным вокруг скопления фрагментов трилобитов (T). Доломитизированные ходы рядом с нодулем содержат биозерозивные интракласты фирмграунда (In); **d** — фосфатизированный фирм-софтграунд, интенсивно биотурбированный мелкими следами рытья после захоронения в осадке. Участок фирмграунда (стрелка справа) более фосфатизирован и сохраняет эрозионный рельеф. Граница пластов 1/Lv и 2/Lv, обн. 2; **e** — единичные пятна слабой биотурбированной фосфатизации, принадлежащие переработанному софтграунду. Пласт 4/Lv, обн. 2; **f** — сочетание разных типов фосфатизированных поверхностей перерыва (стрелки) в биокласто-микроспаритовом известняке. Нижние две — софтграунды, средняя — глубоко импрегнированный нодуль фирмграунда, верхняя — фирмграунд с тонкой эродированной импрегнацией; **g** — поперечный срез эндоцеридной раковины с разрушенной дорсальной частью и двумя генерациями заполнения. Раннее заполнение — белое из-за фосфатизации (Ph), имеет эрозионный контакт со второй генерацией. Вторая генерация — биокластический пакстоун (PS), возможно, представляющий собой реликты слоя, уничтоженного биотурбацией везде, кроме раковины. Нижняя часть пласта 5/Lv, обн. 2; **h** — фирмграунд (FG) A1, переработанный крупными норами инфауны. Фирмграунд различим в основном за счет разницы окраски смежных слоев. Полоса фосфатной импрегнации маскирована цветом нижнего слоя. В ней наблюдаются отдельные нодули более сильной импрегнации (стрелки). Обн. 8

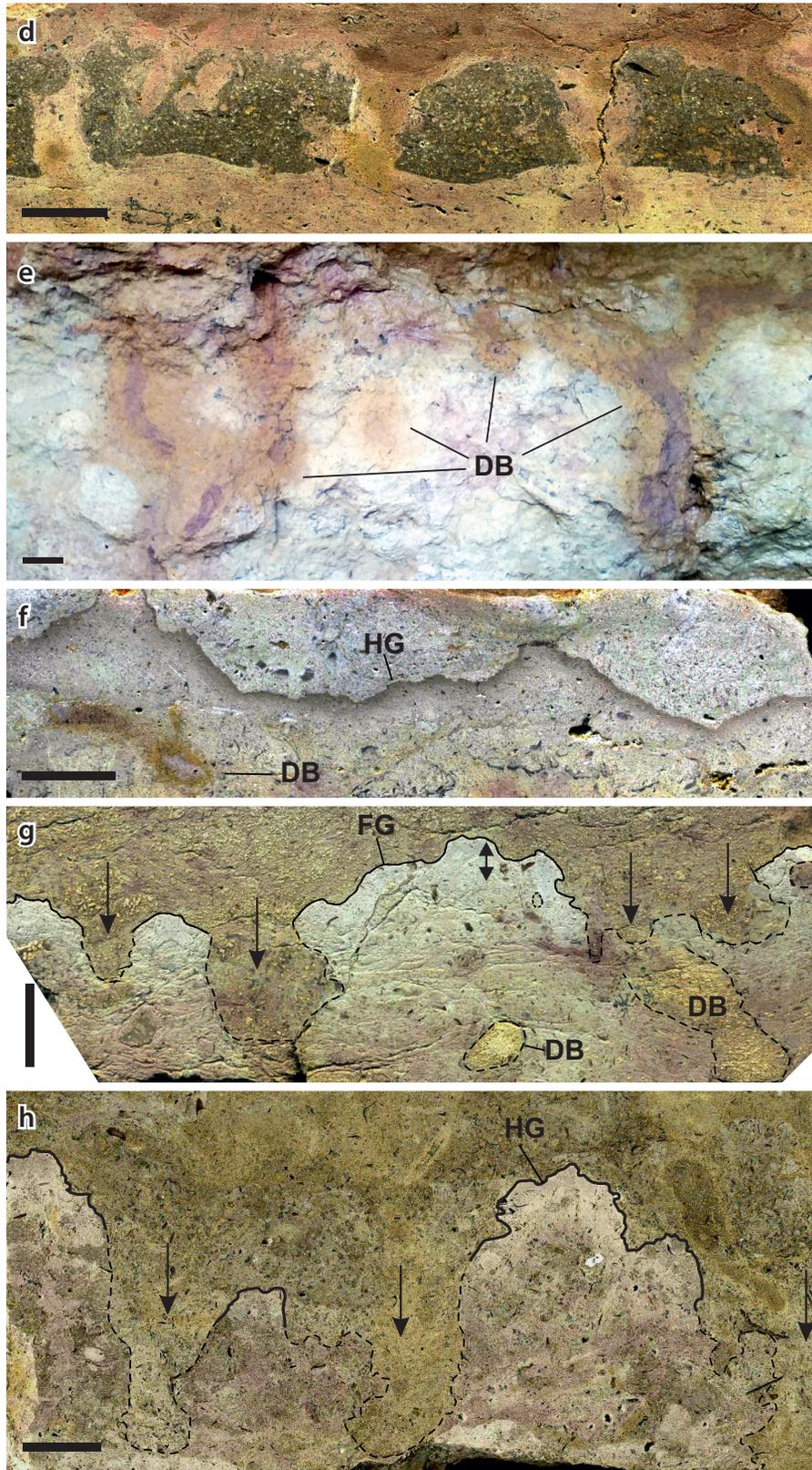
**Fig. 4. Discontinuity surfaces in the Obukhovo Formation of the Lava River (the double arrow shows the impregnation depth)**

**a** — hardground (HG) K1, lilac spots mask gray/white impregnation; there is a ledge armored with ferruginous and bored pebble in the right part; **b** — dark grey mottles of dolomitized ichnostructures (DB) in combination with intermittent white phosphate impregnation of the discontinuity surfaces (yellow arrows, the lower one shows firmground K5). The endocerid shell has “dissolved” in a dolomitization spot, except for phosphatized casts of the siphon tube and one chamber (En). Bed 3/Lv; **c** — enlarged fragment of the previous sample with a firmground K5 nodule formed around a cluster of trilobite fragments (T). Dolomitized burrows near the nodule contain bioerosional intraclasts of the firmground (In); **d** — phosphatized firm-softground heavily bioturbated by small infauna after burial. The firmground area (right arrow) is more phosphatized and retains erosional relief. Boundary of beds 1/Lv and 2/Lv, outcrop no. 2; **e** — bioturbated softground with isolated spots of faint phosphate impregnation. Bed 4/Lv, outcrop no. 2; **f** — different types of phosphatized discontinuity surfaces (arrows) in biomicrospar limestone. The lower two surfaces are softgrounds, the middle one is a deeply impregnated firmground nodule, the upper one is a firmground with thin eroded impregnation; **g** — cross-section of endocerid shell with a truncated upper part and two fill generations. The early fill is white due to phosphatization (Ph), has erosional contact with the second generation. The second generation is a bioclastic packstone (PS), possibly representing relics of a layer destroyed by bioturbation everywhere except the shell. The lower bed 5/Lv, outcrop no. 2; **h** — firmground A1 (FG) that large burrows reworked. The firmground is distinguishable mainly due to the color differences between the adjacent layers. The lower layer color masks the band of phosphate impregnation. The band contains individual nodules of more intense impregnation (arrows). Outcrop no. 8



**Рис. 5. Дубовикская и порожско-валимская свиты р. Лава**

**a** — верхняя часть обн. 8 в 2011 г., контакт выветрелых пород кавринской и мельницкой пачек; **b** — грубая стратификация алевроглинистого вак-мадстоуна со стоящими «на ребре» щитами илленидных трилобитов (Т). Пласт 2/Кв, обн. 8, 2011 г.; **c** — обн. 10 осенью 2024 г.; **d** — градиционный «событийный» слой биокластического грейнстоуна, разомкнутый ходами инфауны. Кровля жихаревской пачки, обн. 10; **e** — Y-образные ходы *Balanoglossites* с сиреневым мергелистым заполнением и желтым гало доломитизации (DB) вокруг них. Пласт 1/Pr непосредственно под хардграундом L1, обн. 10; **f** — хардграунд (HG) L1, обн. 10; **g** — фирмграунд (FG) L2, пронизанный крупными пост-омиссионными ходами (стрелки), обн. 10; **h** — хардграунд L3, пронизанный крупными пост-омиссионными ходами (стрелки), обн. 10. **Индексы пачек и подсвит:** Kv — кавринская, ML — мельницкая, Su — суосаарская, Jh — жихаревская, Pr — порожская



**Fig. 5. Duboviki and Porogi-Valim formations of the Lava River**

**a** — upper outcrop no. 8 in 2011, contact of weathered rocks of the Kavra and Mel'nitsa members; **b** — thick stratification of silty-argillaceous wacke-mudstone with vertically oriented shields of illenid trilobites (T). Bed 2/Kv, outcrop no. 8, 2011; **c** — outcrop no. 10 in autumn 2024; **d** — graded "event" layer of bioclastic grainstone penetrated by infaunal burrows. Top of the Zhikharevo Member, outcrop no. 10; **e** — Y-shaped Balanoglossites burrows with lilac marly infill and yellow dolomitization halo (DB) around them. Bed 1/Pr immediately below hardground L1, outcrop no. 10; **f** — hardground (HG) L1, outcrop no. 10; **g** — firmground (FG) L2 penetrated by large post-omission burrows (arrows), outcrop no. 10; **h** — hardground L3 penetrated by large post-omission burrows (arrows), outcrop no. 10. **Indexes of members and subformations:** Kv — Kavra, ML — Mel'nitsa, Su — Suosaari, Jh — Zhikharevo, Pr — Porogi

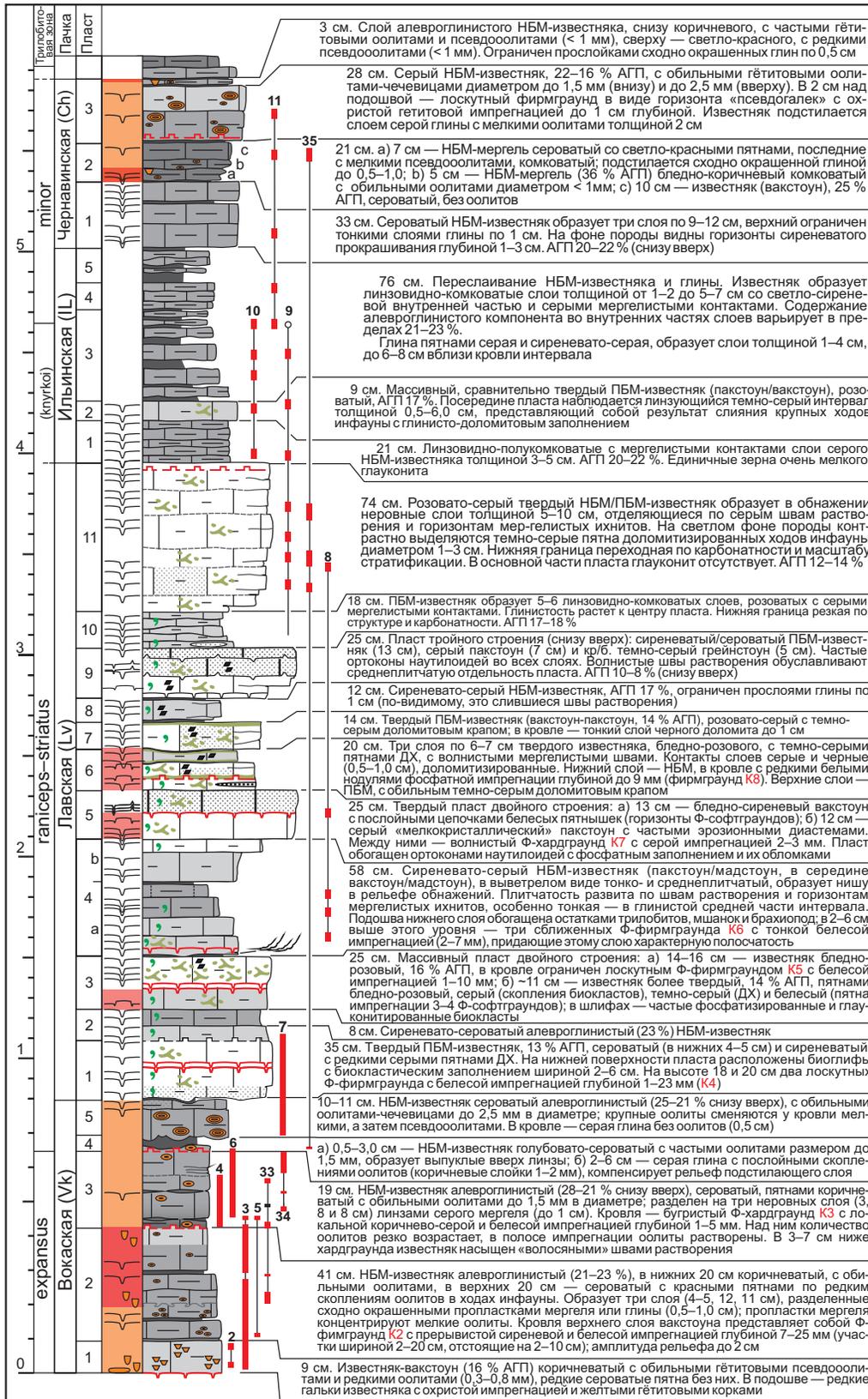


Рис. 6. Разрез нижней части кундаского горизонта с «оолитовым» типом чернавинской пачки, обн. 5 р. Лава

Условные обозначения см. на рис. 8. Обратите внимание, что вокаская пачка увеличена почти в 2 раза по сравнению с остальной частью колонки

Fig. 6. Section of the Lower Kunda Stage with the "oolitic" type of the Chernavino Member, outcrop no. 5 of the Lava River

Refer to the symbols in fig. 8. Note that the Voka Member is enlarged almost twice as much as the rest of the column

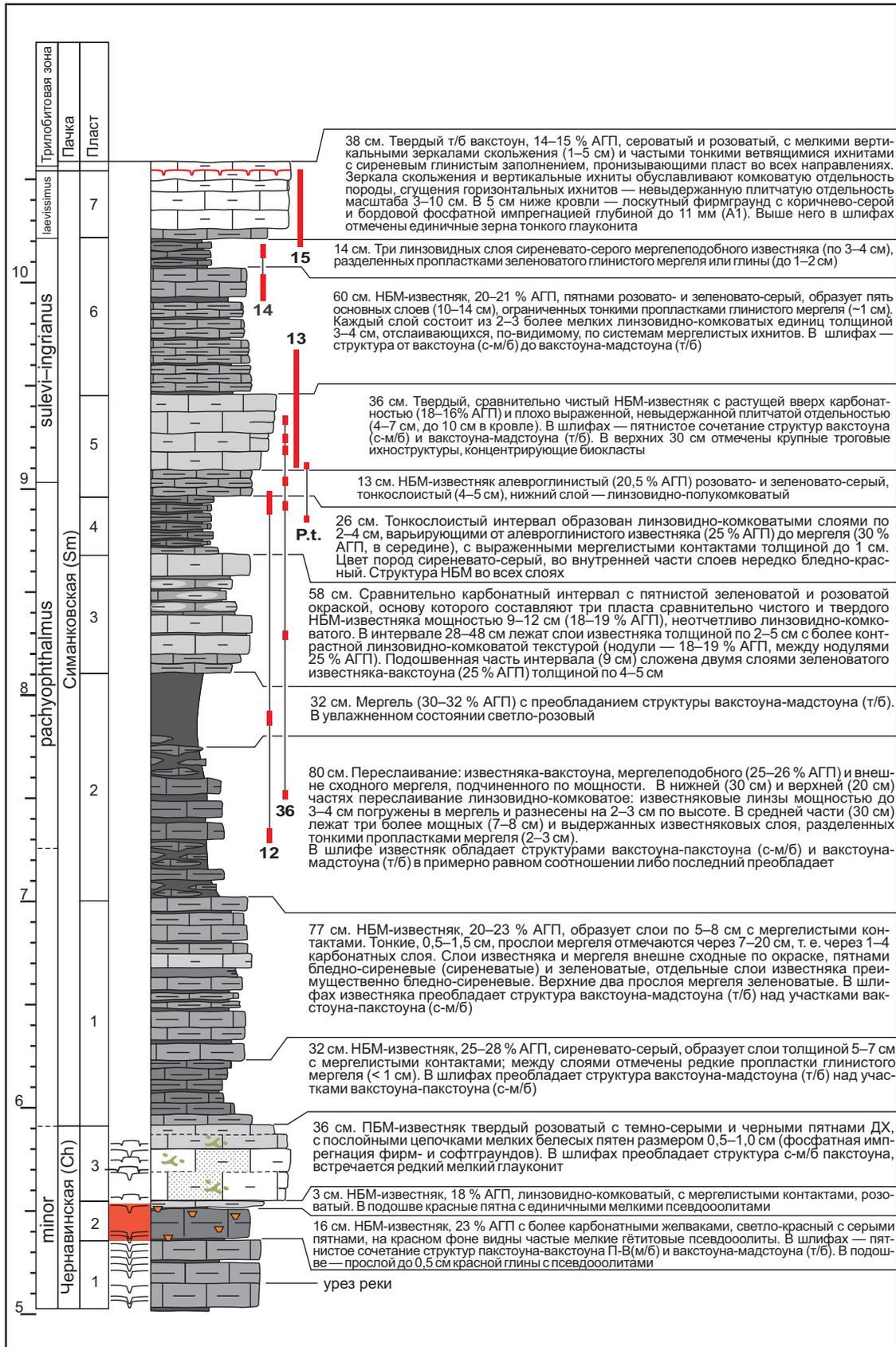


Рис. 7. Разрез верхней части кундаского горизонта с «безоолитовым» типом чернавинской пачки, обн. 8 р. Лава

Условные обозначения см. на рис. 8

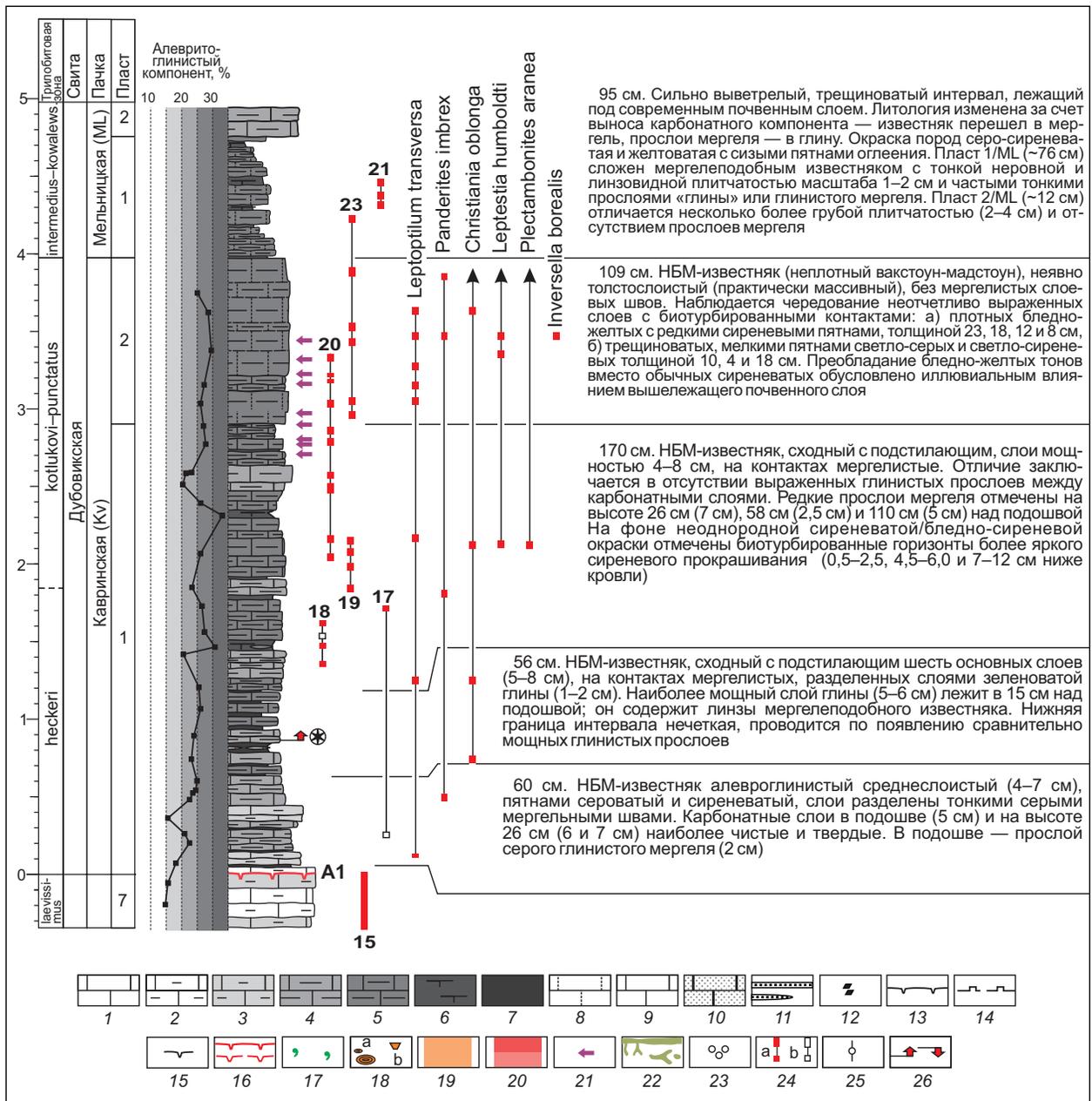
Fig. 7. Section of the Upper Kunda Stage with the "non-oolitic" type of the Chernavino Member, outcrop no. 8 of the Lava River

Refer to the symbols in fig. 8

Симанковская пачка выделена в [6] как безолитовая часть подгоризонта V<sub>III</sub>У, лежащая над ВЧС. Лектостратотип установлен на левом берегу р. Волхов ниже д. Званка, в 2 км выше д. Симанково [15]. Автором симанковская пачка понимается как существенно мергелистый, с растущей вверх карбонатностью интервал разреза подгоризонта V<sub>III</sub>У вне зависимости от наличия или отсутствия в нем железистых оолитов (рис. 2, с; рис. 3, g). Нижняя граница пачки проводится по уровню резкого разглинвания и утонения карбонатных слоев, который располагается примерно в кровле подзоны minog. В обн. 5 р. Лава на этом уровне исчезают железистые оолиты ВЧС (рис. 6), в карьере Путилово — резко уменьшается их размер и количество. Симанковская пачка распространена в Южном Приладожье от р. Волхов (4,8 м) до р. Лава (4,7 м) и карьера Путилово

(неполные 3,7 м, предполагается 4,5 м). Пачка состоит из семи пластов (три мергелистых и четыре сравнительно карбонатных), мощность и глинистость которых уменьшается вверх по разрезу. В карьере Путилово пласт 1/Sm содержит мелкие железистые оолиты и обладает яркой пятнисто-красноцветной и коричневатой окраской (=верхняя часть ВЧС).

**Дубовикская свита** выделена П. Раймондом (Dubowiki Formation) в каменоломне на левом берегу р. Волхов ниже с. Михаила Архангела, между ж/д мостом и паровой пристанью, напротив д. Дубовики [24]. Дубовикская свита понимается как толща алевроглинистых известняков с *Echinospaerites aurantium infra* Hecker, ограниченная снизу региональной поверхностью перерыва А1 и сверху — уровнем появления твердых известняков порожекско-валимской свиты [20]. На р. Лава поверхность А1



имеет облик фирмграунда с бурой и буро-сиреневой импрегнацией (рис. 4, *h*). Мощность свиты составляет на р. Лава 8,8 м, а на р. Волхов — 8,0 м. Свита подразделена автором на три пачки с более или менее резкими границами — кавринскую, мельницкую, суосаарискую и жихаревскую [20]. Стратотип первой пачки расположен на правом берегу р. Лава в 500 м ниже устья р. Кавра (N 59.869409, E 31.591703), остальные пачек — на правом берегу р. Лава в 1 км ниже ж/д моста (N 59.858858, E 31.591778). Кавринская пачка развита только на востоке глинта (в Южном Приладжье) и замещается к западу более карбонатной саксоловской пачкой. Мельницкая–жихаревская пачки, напротив, прослеживаются на 200 км от р. Волхов до п. Копорье.

**Кавринская пачка** (3,8 м; по р. Кавра, иначе Ковра; рис. 8) сложена алевроглинистым известняком, в нижней части тонко-среднеслоистым, с частыми прослоями зеленоватого глинистого мергеля в основании (пласт 1/Kv), выше толстослоистым (пласт 2/Kv). Пласт 2/Kv в типичном виде лишен четкой стратификации и выдержан в светлых сиреневых тонах (обн. 10). В зоне иллювиального влияния внутри пласта проявляется чередование желтых и пятнистых, желтых/сиреневых слоев масштаба 10–20 см.

**Мельницкая пачка** (3,1 м; по д. Старая Мельница на р. Кавра; рис. 9) напоминает по строению кавринскую пачку — она сложена в нижней части довольно тонким чередованием мергелистого известняка и мергеля (пласт 1/ML), а выше — более толсто-

слоистым алевроглинистым известняком (пласты 2,3/ML). Нижняя граница резкая в плане стратификации (утоняется) и глинистости (возрастает).

**Суосаариская пачка** (0,7 м; по бывшей д. Суосаари, ныне вошедшей в состав п. Жихарево) сложена твердым сероватым/сиреневатым известняком с частыми желтыми (доломитизированными) следами рытья, выступающим карнизом в рельефе выветрелых обнажений (рис. 5, *c*; рис. 9).

**Жихаревская пачка** (1,1 м; по п. Жихарево) сложена толстослоистым алевроглинистым известняком, без мергелистых швов, в выветрелом виде — неровно-тонкоплитчатым (рис. 5, *c*; рис. 9). Пачка является литологическим аналогом пласта 2/Kv и в зоне иллювиального влияния в ней проявляется аналогичное чередование бледно-желтых и сиреневых/бледно-желтых слоев. Повсеместно на Ингерманландском глинте в 8–10 см ниже кровли прослеживается линзующийся слой серого биокластического грейнстоуна мощностью 1–4 м, представляющий собой след сильного штормового события (рис. 5, *d*; рис. 9).

**Порожско-валимская свита** выделена автором вместо предшествующих порожской и валимской свит, сохраненных в ранге подсвит [20]. В разрезе р. Лава присутствует только нижняя пачка порожской подсвиты — карбонатная и твердая, контрастирующая с подстилающей мергелистой дубовикской свитой (рис. 2, *c*; рис. 9). Пачка выделена ранее [20]; здесь для нее предлагается название

Рис. 8. Разрез кавринской и низов мельницкой пачек азериского горизонта, обн. 8 р. Лава

1–5 — известняки с содержанием алевро-глинистого компонента 5–10, 10–15, 15–20, 20–25, 25–30% соответственно; 6 — мергель, 30–60% алевро-глинистого компонента; 7 — глинистый мергель и глина; 8 — вакстоун-мадстоун; 9 — биотурбированный биомикроспарит; 10 — пакстоун и грейнстоун; 11 — «событийные» слои грейнстоуна; 12 — тонкая порфироопная доломитизация; 13–15 — фосфатизированные хардграунды (13), фирмграунды (14) и софтграунды (15); 16 — маркирующие поверхности перерыва; 17 — глауконит; 18 — гетитовые оолиты (а) и псевдооолиты (б); 19 — коричневая окраска слоев с гетитовыми оолитами; 20 — интервалы с яркой сиреневой или красной окраской пород; 21 — уровни сиреневого прокрашивания; 22 — доломитизированные следы рытья; 23 — примесь кварцевого песка; 24 — распределение фауны; 25 — уровни находок фауны в Путиловском карьере; 26 — первые и последние находки долгоживущих видов. **Номера видов:** 2 — *Asaphus expansus gracilis* Ivantsov; 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 laevisimus* F. Schmidt; 17 — *Subasaphus latisegmentatus* (Nieszkowski); 18 — *Subasaphus laticaudatus* (F. Schmidt); 19 — *Asaphus kotlukovi* Lesnikova; 20 — *Asaphus punctatus* Lesnikova; 21 — *Asaphus intermedius* Balashova; 23 — *Asaphus cornutus* Pander; 27 — *Delphasaphus delphinus* (Lawrow); 33 — *Iliaenus sarsi* Jaanusson; 34 — *Iliaenus incisus* Jaanusson; 35 — *Iliaenus aduncus* Jaanusson; 36 — *Iliaenus laticlavus* Holm. **Обозначения прочих таксонов:** E.a.i — *Echinospaerites aurantium infra* Hecker. **Сокращения в описании:** Ph, GPh — фосфатный, гематит-фосфатный; ДХ — доломитизированные ходы инфауны; АГП — алевро-глинистая примесь; НБМ, ПБМ — неплотная и плотная биокласто-микроспаритовая (БМ) структура. **Сокращения на колонке:** laev. — laevisimus

Источник: 24 — по данным автора (а) и (б)

Fig. 8. Section of the Kavra and Lower Mel'nitsa members of the Aseri Stage, outcrop no. 8 of the Lava River

1–5 — limestone with silt-clay content of 5–10, 10–15, 15–20, 20–25, 25–30% respectively; 6 — marl, 30–60% silt-clay content; 7 — argillaceous marl and clay; 8 — wackestone-mudstone; 9 — bioturbated biomicrosparite; 10 — packstone and grainstone; 11 — “event” grainstone layers; 12 — fine-porphyrotopic dolomitization; 13–15 — phosphatized hardgrounds (13), firmgrounds (14), and softgrounds (15); 16 — marking discontinuity surfaces; 17 — glauconite; 18 — goethitic ooids (a) and pseudo-ooids (b); 19 — brownish color of goethitic ooids; 20 — intervals with bright lilac or red color of rocks; 21 — levels of lilac coloration; 22 — dolomitized burrows; 23 — traces of quartz sand; 24 — distribution of fauna; 25 — trilobite finds levels in the Putilovo Quarry; 26 — FAD and LAD of long-lived species. **Species numbers:** 1 — *Asaphus lepidurus* Nieszkowski; 2 — *Asaphus expansus gracilis* Ivantsov; 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 laevisimus* F. Schmidt; 16 — *Asaphus heckeri* Ivantsov; 17 — *Subasaphus latisegmentatus* (Nieszkowski); 18 — *Subasaphus laticaudatus* (F. Schmidt); 19 — *Asaphus kotlukovi* Lesnikova; 20 — *Asaphus punctatus* Lesnikova; 21 — *Asaphus intermedius* Balashova; 23 — *Asaphus cornutus* Pander; 27 — *Delphasaphus delphinus* (Lawrow); 33 — *Iliaenus sarsi* Jaanusson; 34 — *Iliaenus incisus* Jaanusson; 35 — *Iliaenus aduncus* Jaanusson; 36 — *Iliaenus laticlavus* Holm. **Designations of other taxa:** E.a.i — *Echinospaerites aurantium infra* Hecker. **Abbreviations in description:** Ph, GPh — phosphate, hematite-phosphate; ДХ — infaunal dolomitized burrows; АГП — silt-clay traces; НБМ, ПБМ — loose and dense biomicrosparite. **Abbreviations in the column:** laev. — laevisimus

Source: 24 — author's data (a) and from [5] (b)

перевельская по д. Перевелье (Перевей?), располагавшейся в XVIII в. на левом берегу р. Волхов между д. Шкурина Горка и д. Пороги. Стратотип предлагается в обн. Волхов-2 на правом берегу р. Волхов, ниже шлюза ГЭС.

Основной литотип — твердый известняк со структурой вакстоуна-пакстоуна, обедненный алевроглинистой примесью (10–15%), сероватый и сиреневатый с бледно-желтыми пятнами доломитизации ходов инфауны (рис. 5, е). Нижняя граница пачки довольно резкая, маркирована заметным увеличением карбонатности/твердости и появлением нескольких фосфатизированных поверхностей перерыва. Фирмграунд L1a маркирует нижнюю границу пачки; он характеризуется выдержанной белесой импрегнацией глубиной в 1–6 мм. Хардграунды L1, L2, L3 лежат на высоте 15, 56, 114 см над ее подошвой; импрегнация очень тонкая коричневатая (1–3 мм, L1) или более толстая белесая (3–6 мм, L2) до серой (4–8 мм, L3) (рис. 5, f–h). В обн. 10 под почвенным слоем лежат самые нижние пласты 1/Pr–3/Pr этой пачки, обладающие здесь бледно-желтой «иллювиальной» окраской.

### Мощности и маркирующие уровни

Кундаский горизонт на р. Лава достигает 10,6 м, азериский горизонт — 9,9 м (в частности, дубовикская свита — 8,8 м). По сравнению с разрезом р. Волхов, синхронные отложения р. Лава имеют ряд отличий в мощности и литологии. Так, нижняя половина кундаского горизонта заметно сокращена в мощности и более карбонатная. Интервал  $V_{III\alpha}$  — низов  $V_{III\beta}$  сокращен в 4 раза (с 3,0 до 0,8 м) и целиком перешел в «оолитовую фацию» (вокаская пачка) [9]. Средняя часть  $V_{III\beta}$  сокращена почти в 2 раза (с 5,2 до 3,2 м) и представлена более карбонатной и толстослойной лавской пачкой. Сокращение мощности и возрастание карбонатности ильинской (с 1,5 до 1,1 м) и чернавинской пачек (с 1,2 до 0,9 м) наименее заметно, симанковская пачка не меняется совсем. Дубовикская свита на р. Лава, наоборот, утолщается на 0,8 м и разглинивается; последнее, в частности, видно по утолщению прослоев мергеля в кавринской пачке. К западу от р. Лава наблюдается заметное утонение кундаского горизонта и менее заметное — азериского горизонта как часть общей тенденции сокращения мощности среднеордовикских отложений в сторону Эстонии.

Большинство опорных литологических уровней в дарривильской части разреза р. Лава являются границами седиментационных циклитов разного ранга (границы пластов и пачек) либо контролируются этими циклитами («зрелые» поверхности перерыва) [18; 20]. Наиболее яркими уровнями, имеющими универсальное значение для Ингерманландского глинта, являются: 1) поверхности перерыва K1–K4, A1, L1a–L3; 2) нижняя граница лавской/званковской пачек; 3) нижние и верхние «кости»; 4) нижняя граница ильинской пачки или ее западного эквивалента пачки «В»; 5) нижняя граница чернавинской пачки/пачки «С»; 6) пласты 5/Sm–7/Sm симанковской пачки; 7) все границы пластов и пачек в интервале пластов 1/ML–3/Pr, а также «событийный» слой грейнстоуна

в кровле жихаревской пачки. Сложности с их диагностикой возникают только в разрезах с массивной доломитизацией, где разные типы известняков могут быть превращены во внешне одинаковые доломиты (кундаский горизонт р. Поповка, порожско-валимская свита в карьере Тайцы). В этом случае на помощь приходит анализ содержания алевритоглинистой примеси.

Прочие границы литостратиграфических единиц разреза р. Лава могут быть использованы более или менее локально. Так, в разрезах лавского типа хроностратиграфическое значение имеют все границы пачек и пластов, включая границы НЧС и нижнюю границу ВЧС (Путилово-Войбокало). Между разрезами лавского и обуховского типов прослеживаются все пласты лавской–симанковской пачек (кроме внутренних границ пластов чернавинской пачки), но границы НЧС и ВЧС уже оказываются диахронными. Напротив, границы НЧС являются хроностратиграфическими уровнями в разрезах лавского и лообуского типов.

### Распределение макрофауны и биоэональность

Последовательность появления азафидных трилобитов в карбонатной части разреза р. Лава впервые была показана А. Ю. Иванцовым [5]; наши сборы позволили уточнить интервалы распространения видов и увязать их с границами литостратонов ([2] и рис. 6–9). В целом интервалы видов аналогичны таковым р. Волхов, но есть и заметные отличия. Так, интервал *Asaphus punctatus* Lessnikova смещен вниз по разрезу на 0,6 м относительно границ пласта 2/Kv и перекрывается с интервалом нижележащего *Asaphus kotlukovi* Balashova. Верхняя граница последнего также смещена вниз примерно на 0,6 м, так что интервал оказывается в несколько раз тоньше, чем на р. Волхов.

*Asaphus intermedius* Lessnikova обнаружен уже в 60 см и 66 см над подошвой мельницкой пачки. Самые нижние находки *Asaphus kowalewskii* Lawrow сделаны в 187 см над подошвой мельницкой пачки (нижележащая часть пачки детально не опробовалась), самые верхние — в 10 см над подошвой порожской подсвиты. Данные по р. Волхов [5] показывают, что *Asaphus kowalewskii* поднимается в порожскую подсвиту по меньшей мере на высоту 25 см.

*Delphasaphus delphinus* (Lawrow) установлен в интервале 7–35 см ниже кровли дубовикской свиты, последняя находка сделана А. В. Бродским сразу над маркирующим слоем грейнстоуна. Это вид узкого вертикального распространения, встречающийся в верхней части слоев *intermedius*–*kowalewskii* [5; 14] и тем самым имеющий большое значение для корреляции пограничных азериско-ласнамягских отложений.

*Pseudobasilicus lawrowi* (F. Schmidt) является характерным видом ласнамягского и ухакусского горизонтов и одним из маркеров азериско-ласнамягской границы в Эстонии [19]. На р. Лава первые редкие *P. lawrowi* отмечены в 30 см ниже кровли дубовикской свиты — в верхней части интервала *Delphasaphus delphinus*. Многочисленным *P. lawrowi* становится,

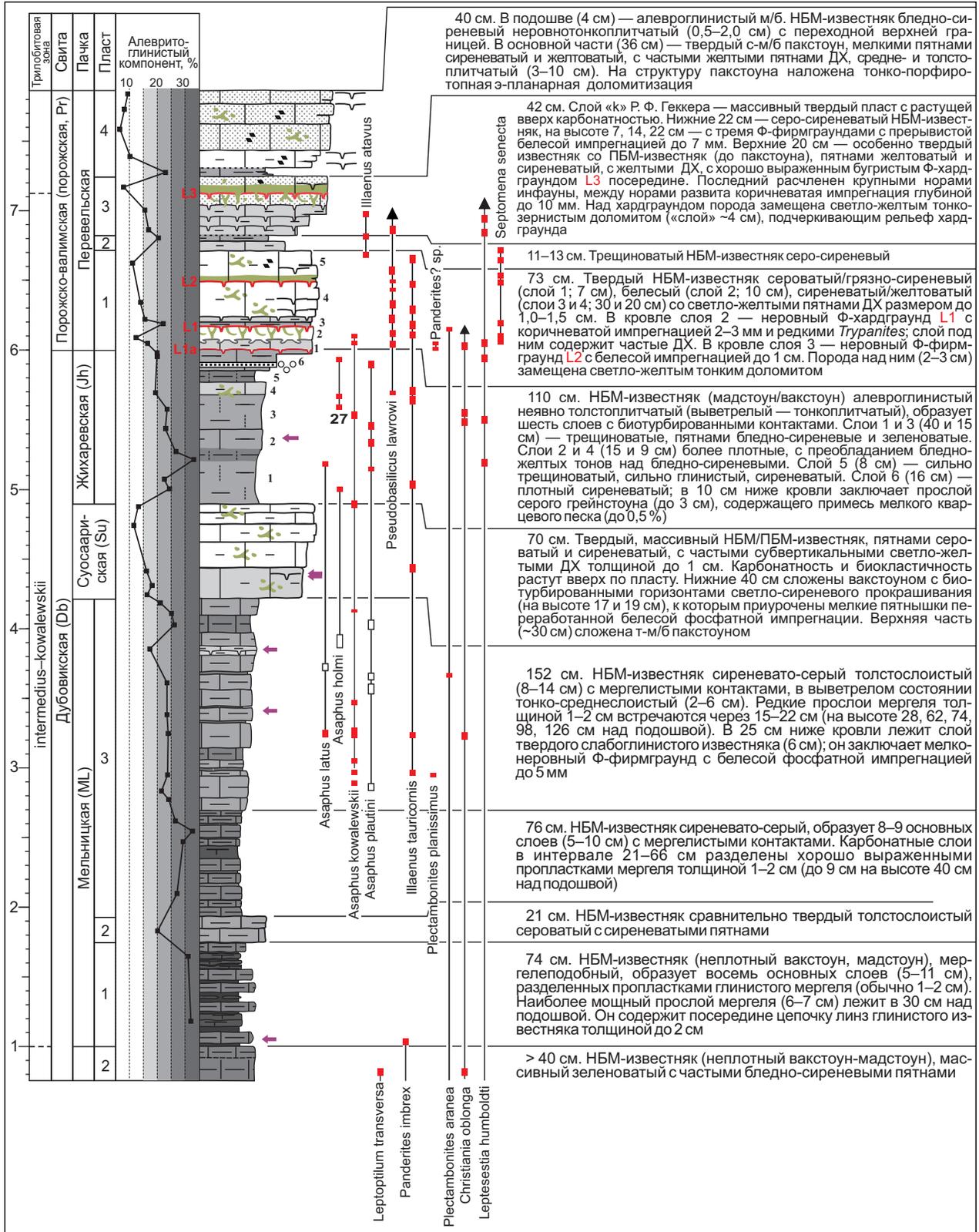


Рис. 9. Разрез верхней части дубовицкой и нижней части порожско-валимской свит, обн. 10 р. Лава

Условные обозначения см. на рис. 8

Fig. 9. Section of the Upper Duboviki and Lower Porogi-Valim formations, outcrop no. 10 of the Lava River

Refer to the symbols in fig. 8

начиная с порожской подсвиты, подошва которой считается здесь основанием его акме-зоны.

Распространению илленид в азериско-ласнамягской части разреза будет посвящена отдельная статья. Здесь отметим лишь распространение *Iliaenus tauricornis* Holm и *Iliaenus atavus* Holm, имеющих значение для определения нижней границы ласнамягского горизонта. Эти виды имеют довольно узкое стратиграфическое и широкое географическое распространение. *I. tauricornis* характеризует виймиский подгоризонт азериского горизонта Эстонии [19]. На р. Лава он обнаружен от середины мельницкой пачки (+222 см) до низов порожской подсвиты (+63 см) и положе существовал дольше, чем последний азафидный вид-индекс этого горизонта (*Asaphus kowalewskii* Lawrow). *Iliaenus atavus* указан среди характерных видов виймиского подгоризонта Эстонии [19], но на р. Лава он обнаружен заметно выше подошвы порожской подсвиты, где типичные азериские иллениды и азафиды уже отсутствуют. Стратиграфическое положение *I. atavus* Holm в Эстонии требует уточнения; возможно, это ласнамягский горизонт. Пока же, в отсутствие достоверных ласнамягских видов-индексов, верхняя граница азериского горизонта на р. Лава проводится по уровню последней находки *I. tauricornis*.

Строфоменидные брахиоподы являются характерным элементом бентосных макрофаунистических сообществ среднего ордовика Восточной Балтоскандии. Представления об их стратиграфическом распространении базируются на конденсированных и существенно карбонатных разрезах Эстонии [6; 19; 25; 26]. Строфоменидные брахиоподы известны в скважинах северо-запада России, где им приписывалось то или иное стратиграфическое положение ([27] и ссылки там). Однако, как ни странно, на Ингерманландском глинте распространение строфоменидных брахиопод никогда не изучалось детально, если не считать краткую статью [28] (или результаты не были опубликованы). По нашим данным, в низах азериского горизонта р. Лава фиксируется первое появление (далее — FAD) *Christiania oblonga* (Pander), *Leptestia humboldti* Verneuil, *Leptoptilum transversa* (Pander) и *Panderites imbrex* (Pander). Первые два вида появляются здесь намного ниже, чем по эстонским данным. Так, FAD *Christiania oblonga* ранее связывался с подошвой ласнамягского горизонта [6; 19; 27]<sup>1</sup>, а FAD *Leptestia humboldti* — с виймиским подгоризонтом азериского горизонта [19]. Между тем на российской части глинта *Christiania oblonga* появляется уже в 0,6 м (р. Лава) и 0,5 м (р. Волхов) над подошвой азериского горизонта, *Leptestia humboldti* — уже в 2,0 м (р. Лава).

*Panderites imbrex* и *Leptoptilum transversa* характеризуют люганузеский подгоризонт азериского горизонта, в объеме которого можно выделить зону или слои с соответствующим названием. *Panderites imbrex* обнаружен в кавринской пачке р. Лава в интервале 40–385 см над хардграундом А1, а в саксоловской пачке руч. Флоревицкий на Ижорской возвышенности — непосредственно над ним. В Эстонии данный вид также указывался только из этого подгоризонта [19]. Что же касается

*Leptoptilum transversa*, то его стратиграфическое распространение в литературе практически не освещено. Известно лишь, что он встречен в глубоких скважинах Московской синеклизы (Пестово, Крестцы) совместно с *Christiania oblonga* (Pander), *Echinospaerites aurantium* Gyllenhaal, *Glosorthis lavenensis* Vavilov, т. е. примерно в интервале азериского горизонта [27]. На р. Лава вид появляется сразу над хардграундом А1 и далее часто встречается вплоть до кровли кавринской пачки.

*Plectambonites aranea* Oepik указан в [6] как руководящий для азериского горизонта, но вряд ли его можно использовать в таком качестве из-за редкой встречаемости. Так, он встречен только на трех уровнях азериского горизонта — в 2,0 м и 6,5 м над подошвой дубовикской свиты и в 0,2 м над подошвой порожской подсвиты.

В подошве порожско-валимской свиты комплекс строфоменид заметно обновляется — появляются крупные лептенидные брахиоподы *Septomena senecta* Rõõmusoks (по-видимому, это первое появление лептенид в Восточной Балтоскандии) и новые виды *Panderites*, *Leptoptilum* и *Leptelloidea*. Этот комплекс брахиопод еще ждет своего изучения.

#### Пример переинтерпретации данных бурения

Используя карбонатную часть ордовикского разреза р. Лава как местный литостратиграфический стандарт, можно переинтерпретировать разбивки структурно-картировочных скважин, пробуренных на Путиловской возвышенности в начале 1960-х гг. Керн этих скважин утрачен, поэтому можно опираться только на его описания в геологическом отчете<sup>2</sup>, по которым облик пород представить довольно сложно. Для примерной оценки литологии того или иного слоя приходится обращать внимание на сопутствующие признаки — твердость, цвет, характер доломитизации, включения (глауконит, железистые оолиты), характерную фауну (наутилоидеи, эхиносфериты) и т. п. Например, сравнительно чистые известняки в скважинах обладают светлыми серыми тонами, высокой твердостью, а их доломитизированные аналоги — сравнительно грубыми структурами. Напротив, глинистые известняки и мергели обычно более темные серые или зеленовато-серые, непрочные, а их доломитизированные аналоги обладают более тонкими структурами. Далее, первый уровень с железистыми оолитами принадлежит НЧС; глауконит и массовые остатки наутилоидей над НЧС приурочены к лавской пачке (твердые известняки), эхиносфериты — к дубовикской свите (почти нацело глинистые известняки) и т. п. Таким образом были составлены интерпретационные колонки пяти скважин (рис. 10).

<sup>1</sup>Недавно *Christiania oblonga* была отмечена в азериском интервале скважины Савала [25].

<sup>2</sup>Отчет по геолого-гидрогеологической съемке листа О-36-II в масштабе 1 : 200 000 (Мгинская геолого-съёмочная партия) / И. С. Недригайлова [и др.]. Т. II. Кн. 2. Текстовые приложения. Л., 1965. 329 с.

На колонках всех скважин уверенно диагностируются волховская свита и ее пачки (с глауконитом), вокаская пачка (с оолитами), лавская пачка (карбонатная с глауконитом и цефалоподами). Выше хорошо распознаются мергелистая ильинская пачка (скорее всего, ее более глинистая верхняя часть) и карбонатная чернавинская пачка. Чернавинская пачка является хорошим маркирующим уровнем благодаря своей высокой карбонатности и местами наличию ВЧС в верхней части (р. Лава, карьер Путилово, скважины 284 и 294). В двух скважинах могут быть определены обе границы пачки, еще в двух — нижняя либо верхняя. Так, в скв. 229 (слой 15) чернавинская пачка явно объединена с вышележащим пластом 1/Sm; в скв. 271 (слой 25) — с подстилающей ильинской пачкой; граница между ними не обозначена, есть лишь указание на наличие прослоев глин в основании слоя 25. В описании скв. 296 ильинская и чернавинская пачки не распознаются, однако подошва ВЧС там расположена на том же уровне, что и в других разрезах (в 4,5 м над кровлей НЧС). Учитывая выдержанность строения средней части кундаского горизонта вдоль Ингерманландского глинта, предполагаем, что подошве ильинской пачки там соответствует подошве слоя 59 (хотя описание слоя не позволяет опознать пачку), а подошва чернавинской пачки должна лежать в 35–40 см ниже кровли слоя 59 или подошвы ВЧС (аналогично р. Лава, карьере Путилово и скв. 284).

В скважинах 229, 271 и 294 на высоте 3,4–3,6 м над подошвой ильинской пачки прослеживается сравнительно карбонатный пласт мощностью 0,5–0,7 м (слои 13, 23, 12–13 соответственно); в скважинах 229 и 294 к нему приурочен один из уровней с оолитами ВЧС. На первый взгляд, этот пласт соответствует по своему положению карбонатному пласту 3/Sm р. Лава и карьера Путилово и коррелятной им подошве слоя 26 в скв. 284. Однако более вероятно его соответствие пласту 5/Sm, и вот почему. Во-первых, пласт 5/Sm выделяется среди смежных отложений особенно высокой карбонатностью и твердостью, благодаря чему он имеет маркирующее значение по всему Ингерманландскому глинту. Маловероятно, чтобы документаторы скважин зафиксировали пласт 3/Sm и при этом пропустили более выразительный — 5/Sm. Во-вторых, по обнажениям Ингерманландского глинта к западу от р. Лава (до р. Поповка) фиксируется заметное утонение верхней части кундаского горизонта (симанковская пачка и ее стратиграфические аналоги), за счет которого 5/Sm все более приближается к ильинской пачке. Именно это явление мы и наблюдаем в скважинах 271 и 229, расположенных к западу от р. Лава. Утонению симанковской пачки сопутствуют увеличение карбонатности, появление в ней новых уровней с железистыми оолитами, а также некоторое утонение нижележащей части разреза до волховской свиты включительно. Все эти явления мы видим также и в скважинах 294 и 296, расположенных юго-восточнее р. Лава, а стало быть, утонение симанковской пачки происходит и в этом направлении. Пласт 5/Sm заключает границу трилобитовых зон minor-pachyophthalmus и sulevi-ingrianus; на р. Лава

от него остается всего около 1 м до верхней границы кундаского горизонта, но в западном направлении это расстояние уменьшается до 0,6 м на р. Поповка. Дополнительным ограничителем положения верхней границы кундаского горизонта являются находки азериских видов — эхиносферитов в скважинах 271 и 284 и брахиопод *Leptoptilum transversa* (Pander) в скв. 294. Как указано выше, на р. Лава эхиносфериты обнаружены в 0,9 м над подошвой азериского горизонта, а упомянутые брахиоподы — уже над самой подошвой. Исходя из этих соображений, верхняя граница кундаского горизонта в скважинах проведена на высоте 1 м над пластом 5/Sm.

Над кундаским горизонтом во всех скважинах выделяется мощный мергелистый интервал, отвечающий дубовикской свите целиком или ее основной нижней части (кавринская и мельницкая пачки). Как видно из сопоставления с опорным разрезом р. Лава, в скважинах 229, 271 и 284 верхняя граница мергелистого интервала определенно соответствует подошве сравнительно карбонатной суосаарской пачки, а в скважинах 294 и 296 — подошве порожско-валимской свиты. Суосаарская и жихаревская пачки дубовикской свиты выделяются как самостоятельные литологические единицы лишь в скв. 296 (слои 53 и 52 соответственно), но мощность первой кажется завышенной. Скорее всего, с ней объединены верхние слои мельницкой пачки.

В целом можно констатировать уменьшение мощности волховской, обуховской и дубовикской свит к западу и юго-востоку от р. Лава. В частности, мощность обуховской свиты определена в примерно 8,5 м (скв. 229), 8,8 м (скв. 271), 9,5 м (скв. 284), 8,7 м (скв. 294) и 8,2 м (скв. 296). Мощность дубовикской свиты целиком определена лишь в скважинах 294 и 296 (9,7 и 9,0 м соответственно). В прочих скважинах, где непосредственно определен лишь интервал кавринской и мельницкой пачек, полная мощность дубовикской свиты может быть получена путем его суммирования с мощностью суосаарско-жихаревского интервала (1,7–1,8 м), которая практически не меняется вдоль Ингерманландского глинта от р. Волхов до района Ропши — 7,3 м (скв. 229), 7,6 м (скв. 271) и 8,3 м (скв. 284). Таким образом, мощность дубовикской свиты отчетливо сокращается в западном направлении, но в юго-восточном несколько возрастает в противоположность подстилающим свитам.

Исходя из представленной корреляции, можно оценить точность стратиграфических разбивок в геологическом отчете И. С. Недригайловой и др., где картируемыми подразделениями являлись волховский (=волховская свита), кундский и таллинский горизонты. Границы волховской свиты повсеместно проведены по одним и тем же уровням, каковыми являются подошва карбонатной серии и подошва НЧС. Напротив, нижняя граница таллинского горизонта оказалась на разных уровнях с разницей в 1–3 м. Это обусловлено самим принципом проведения этой границы — либо по подошве ВЧС, либо (когда ВЧС отсутствует) ниже первых находок руководящих «таллинских» видов. Эти уровни определенно не синхронны; в терминах современной региональной стратиграфии подошва

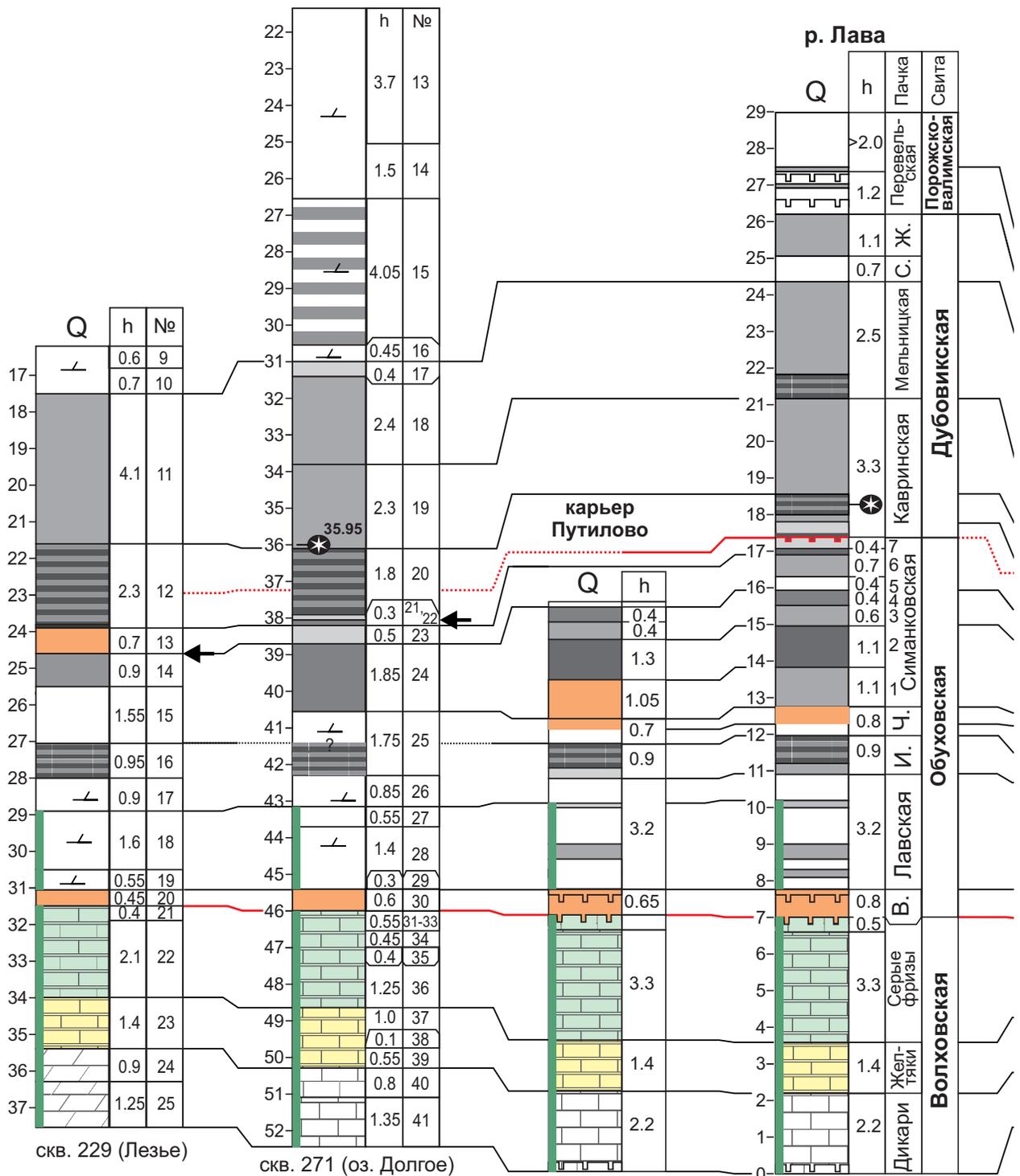


Рис. 10. Литостратиграфическая корреляция скважин на листе О-36-II с опорными разрезами р. Лава и карьера Путилово

1–3 — известняки чистые и слабо алевроглинистые (1), алевроглинистые (2) и сильно алевроглинистые (3); 4 — мергелеподобные породы; 5 — наличие в одном интервале литотипов 1 и 2; 6 — переслаивание алевроглинистого известняка с глиной или мергелем; 7–9 — пачки волховской свиты, «рухляки + дикари» (7), «желтяки» (8), «фризы» (9); 10 — слои с железистыми оолитами; 11 — макроскопический глауконит; 12 — находки эхиносферитов; 13 — уровни литостратиграфической корреляции, обоснованные (a) и предполагаемые (b); 14 — границы горизонтов, определяемые более или менее уверенно (a) и предполагаемые (b); 15 — массивная доломитизация; 16 — нижняя граница таллинского горизонта; 17 — интервалы между наиболее четкими литостратиграфическими маркерами. Сокращенные названия пачек: В — вокаская, И — ильинская, Ч — чернавинская, С — суосаарская, Ж — жихаревская

Источник: 16 — по материалам отчета\*

\*Отчет по геолого-гидрогеологической съемке листа О-36-II в масштабе 1 : 200 000 (Мгинская геолого-съемочная партия) / И. С. Недригайлова [и др.]. Т. II. Кн. 2. Текстовые прил. Л., 1965. 329 с.

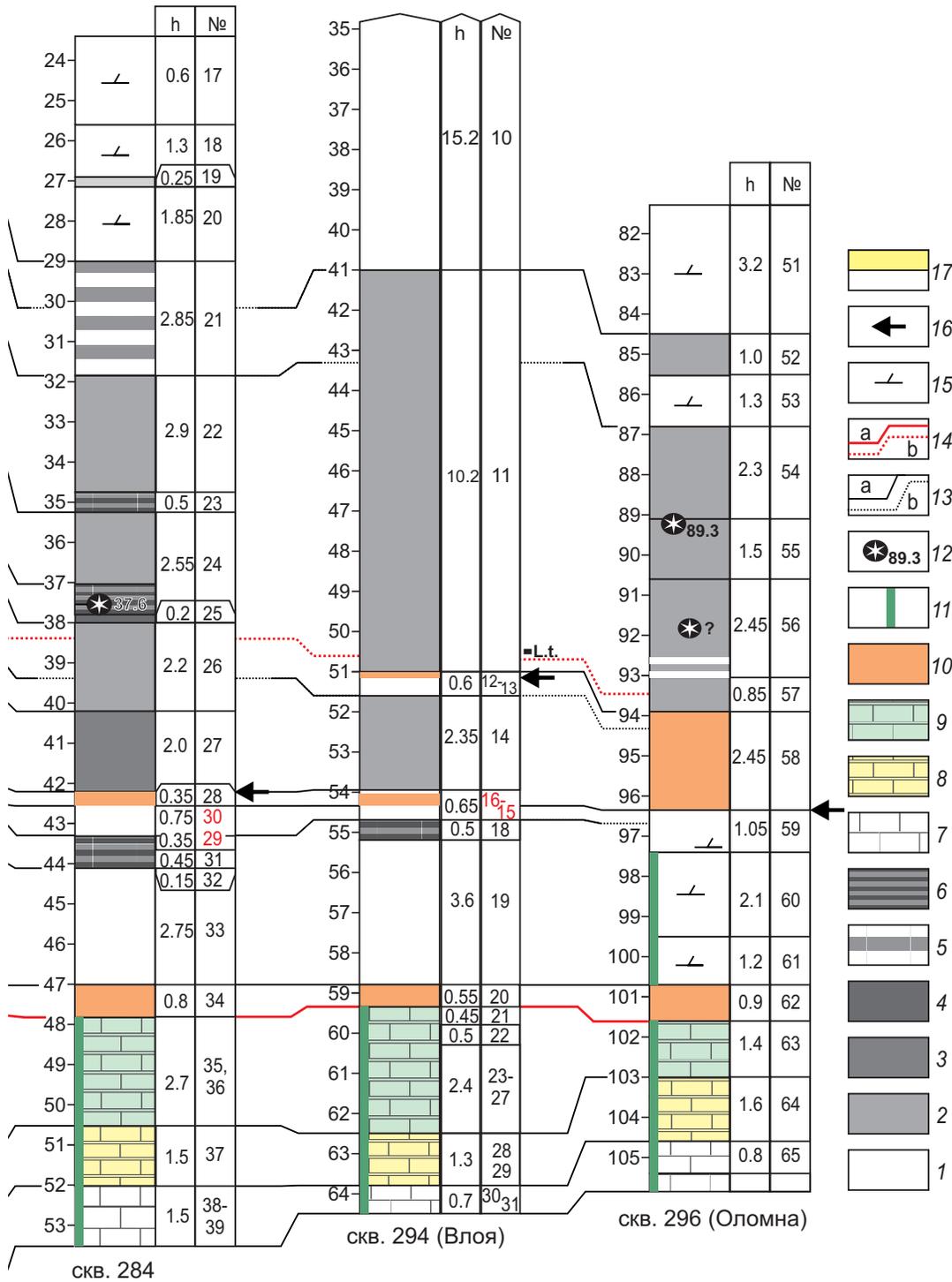


Fig. 10. Lithostratigraphic correlation of boreholes (sheet O-36-II) with key sections of the Lava River and Putilovo Quarry

1-3 — limestone, pure and slightly silt-argillaceous (1), silt-argillaceous (2), and heavily silt-argillaceous (3); 4 — marl-like rocks; 5 — presence of lithotypes 1 and 2 in one interval; 6 — alternation of silt-argillaceous limestone with clay or marl; 7-9 — members of the Volkhov Formation, "rukhtyaki + dikari" (7), "zhelyaki" (8), "frizy" (9); 10 — layers with goethitic ooids; 11 — macroscopic glauconite; 12 — Echinospaerites finds; 13 — levels of lithostratigraphic correlation, substantiated (a) and inferred (b); 14 — boundaries of regional stages, determined more or less confidently (a) and inferred (b); 15 — massive dolomitization; 16 — lower boundary of the Tallinn Stage; 17 — intervals between the most distinct lithostratigraphic markers. **Abbreviated names of members:** В — Voka, И — Il'yinskoye, Ч — Chernavino, С — Suosaari, Ж — Zhikharevo

Source: 16 — from the report\*\*

\*\*Report on the geological and hydrogeological mapping of sheet O-36-II at a scale of 1 : 200,000 (Mga geological mapping party) / I. S. Nedrigailova [et al.]. Vol. II. Bk. 2. Text app. Leningrad; 1965. 329 p.

ВЧС лежит на различных уровнях подгоризонта  $V_{III\gamma}$ , FAD брахиопод *Leptoptilum transversa* (Pander) — в подошве азериского горизонта, а FAD цистоидей *Echinospaerites aurantium* Gyllenhal — в 70–90 см выше нее (разумеется, находки в скважинах могут не быть уровнями первого появления).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Попытки детализировать стратиграфическое расчленение карбонатного ордовика р. Лава предпринимались Н. В. Искюль и С. С. Кузнецовым [3] и А. Ю. Иванцовым [5; 9]. Н. В. Искюль и С. С. Кузнецов выделили в кундаском (обуховском) горизонте несколько подразделений — «подчечевичные слои», «нижний чечевичный слой», «надчечевичные слои» и «собственно ортоцератитовый известняк». Сопоставить эти подразделения с нашими данными можно лишь приблизительно. Так, «подчечевичные слои» по мощности (1,2 м), наличию *Asaphus expansus* Wahlenberg и мелких железистых оолитов могут быть сопоставлены с верхами волховской свиты (пласты «подкороба» и «короба») и нижней половиной вокасской пачки (НЧС). В качестве НЧС Н. В. Искюль и С. С. Кузнецов выделяли, по-видимому, только его верхнюю половину (с наиболее крупными железистыми оолитами) мощностью 0,4 м. «Надчечевичные слои» сопоставляются с нижней частью лавской пачки до подошвы пласта «нижние кости» (наиболее глинистая часть пачки), а «собственно ортоцератитовый известняк» — с вышележащей частью кундаского горизонта до подошвы ВЧС.

В [6] кундаский горизонт Ингерманландского глинта («район 2») был выделен в обуховскую свиту, подразделенную на подсвиты и пачки (рис. 1, d). Это расчленение трудно применимо к реальным разрезам. Во-первых, как сейчас известно, нижняя подсвита р. Волхов и вокаская пачка средней подсвиты р. Лава являются, по существу, синхронными [9]. Во-вторых, граница утриаской и валгеййэской пачек К. Орвику [16] в Эстонии не соответствует границе  $V_{III\beta}$  и  $V_{III\gamma}$  В. В. Ламанского [13], но выше на 1,0–1,3 м. В-третьих, утриаская и валгеййэская пачки К. Орвику [16] либо не имеют на Ингерманландском глинте литологических аналогов (Волхов–Сясь), либо их приходится выделять в других границах, диктуемых строением разрезов (Нарва–Лава). Так, утриаской и валгеййэской пачкам Эстонии в разрезах лавского типа соответствуют три контрастных литостратона — лавская, ильинская и чернавинская пачки. Лавская и чернавинская пачки являются карбонатными, а ильинская — существенно мергелистой; она стратиграфически соответствует средней части валгеййэской пачки. Таким образом, если выделять валгеййэскую пачку на Ингерманландском глинте, она будет состоять из трех литологически разнородных частей — карбонатных внешних и мергелистой внутренней. При этом нижняя карбонатная часть валгеййэской пачки литологически будет слабо отличаться от подстилающих отложений. Нижняя граница вал-

геййэской пачки, определяемая исчезновением макроскопического глауконита, будет проходить внутри сравнительно однородного карбонатного интервала (нашей лавской пачки — внутри пласта 10/Lv) и не сопровождаться заметными изменениями литологии. В-четвертых, трудно согласиться с выделением в самостоятельную пачку ВЧС, который представляет собой, по сути, просто некий интервал разреза, содержащий железистые оолиты и обладающий стратиграфически невыдержанными границами, секущими границы карбонатных и мергелистых литологических единиц (пластов, пачек).

А. Ю. Иванцов подразделил кундаскую часть разреза р. Лава и карьера Путилово на силлаорускую, обуховскую, синявинскую и симанковскую свиты, из которых три последние были выделены предшественниками в другом объеме и/или ранге [6]. Свиты были подразделены на пачки с литологически более или менее четкими границами. Тем не менее лишь две пачки приняты в нашей схеме с географическими названиями (ильинская, чернавинская), тогда как остальные удобнее рассматривать как пласты (и их пакеты) в составе более мощных пачек. Так, литологически сходные пачки 1–3 обуховской свиты А. Ю. Иванцова лучше рассматривать как одну пачку (лавскую). Далее, синявинская свита, как сказано выше, не является литологически целостным подразделением, а суммой двух литологически разных единиц, объединенных только наличием в них железистых оолитов (и то не везде). Поэтому верхняя пачка синявинской свиты по высокой глинистости и мелкой стратификации должна быть отнесена к симанковской пачке. Силлаорускую свиту, учитывая ее малую мощность, логично рассматривать как пачку (вокасскую). Уровни, выбранные А. Ю. Иванцовым в качестве границ дубовикской свиты, по нашему мнению, проигрывают в литологическом и корреляционном плане нижележащим уровням. Так, нижняя граница дубовикской свиты проведена им в 2,3 м над подошвой азериского горизонта и приурочена к контакту алевроглинистых известняков со средней (ниже) и толстой (выше) стратификацией [5] (=граница пластов 1/Kv и 2/Kv), которая прослеживается в обнажениях только между реками Лава и Волхов. Вместо него автор данной работы предлагает проводить нижнюю границу дубовикской свиты аналогично таковой азериского горизонта — по хардграунду A1. Этот уровень выдерживается вдоль всего Балтийско-Ладожского глинта и на участке Лава–Волхов литологически особенно контрастен: при его пересечении исчезают пласты твердого известняка, характерные для верхней трети симанковской пачки, а мощность седиментационных единиц возрастает на порядок. Верхняя граница дубовикской свиты проведена А. Ю. Иванцовым по подошве слоя «к» Р. Ф. Геккера (=слоя 3/Pr по нашему делению). Однако основной уровень смены алевроглинистых известняков (дубовикских) твердыми известняками (порожскими) находится в 0,8 м ниже [20]. Конечно, 0,8 м это немного, но важен сам принцип разделения дубовикского и порожского интервалов по четким литологическим критериям.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Карбонатная часть ордовикского разреза р. Лава подразделена на четыре свиты — волховскую, обуховскую, дубовикскую и порожско-валимскую, каждая из которых далее подразделяется на пачки и пласты. В подошвенных частях обуховской, дубовикской и порожско-валимской свит располагаются маркирующие хардграунды и их серии. В целом разрез кундаского–ласнамягиского горизонтов может быть представлен как чередование «карбонатных» и «мергелистых» литологических единиц различной мощности; в частности, карбонатными единицами являются лавская и чернавинская пачки обуховской свиты, суосаариская пачка дубовикской свиты, перевельская пачка порожско-валимской свиты. Ряд уровней имеет корреляционное значение для всего Ингерманландского глинта — поверхности перерыва (K1–K4, A1, L1a–L3), нижние границы всех пачек и свит (кроме симанковской), пласты 5,9/Lv, 5,7/Sm, а также «событийный» слой грейнстоуна в кровле жихаревской пачки. Остальные уровни имеют более локальное значение. Границы НЧС выдерживаются как маркирующие уровни в разрезах лообуского и лавского типов; напротив, положение границ ВЧС в разрезах лавского типа может варьировать в пределах 1–3 м.

Ряд опорных уровней датируется появлением трилобитовых или конодонтовых видов-индексов — хардграунд K1 (FAD *Asaphus expansus* Wahlenberg), поверхность перерыва K3 (FAD *A. raniceps* Dalman), подошва пласта 5/Sm (FAD *A. sulevi* Jaanusson), кровля пласта 6/Sm O-23 (FAD *A. laevisimus* F. Schmidt), поверхность перерыва A1 (FAD *Asaphus heckeri* Ivantsov), подошва мельницей пачки (FAD *Asaphus intermedius* Balashova в 20 см выше), кровля жихаревской пачки (LAD *Delphasaphus delphinus* F. Schmidt), поверхность перерыва L1 (LAD *Asaphus kowalewskii* Lawrow несколько выше) [2; 5; 9; 18; 20]. Нижняя граница азериского горизонта характеризуется появлением строфоменидных брахиопод *Leptoptilum transversa*, *Panderits imbrex*, *Christiania oblonga* и *Lep-testia humboldti*, из которых первые два вида ограничены нижним подгоризонтом азериского горизонта, а последние два переходят в ласнамягиский и далее в ухакусский горизонты [28].

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Недригайлова И. С., Соколова Т. Н., Саванин В. С. Геологическая и гидрогеологическая карты СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Ильменская. Лист О-36-II. Объяснительная записка. М., 1986. 146 с.
- Искюль Г. С. Опорный разрез кундаского горизонта (средний ордовик) на реке Лава: описание и биостратиграфическое расчленение по трилобитам // Региональная геология и металлогения. 2015. № 63. С. 9–19.
- Искюль Н. В., Кузнецов С. С. Геологический очерк долины реки Лавы : Ленингр. обл. Л. : Изд-во АН СССР, Ленингр. отд-ние, 1962. 52 с.
- Федоров П. В. Опорный разрез глауконитовой толщи нижнего ордовика по р. Лава. Проблемы иерархии и номенклатуры литостратонов // Стратиграфические и фациальные методы изучения фанерозоя. СПб., 2006. С. 7–17.

- Ivantsov A. Yu. Ordovician trilobites of the subfamily Asaphinae of the Ladoga Glint // Paleont. J. 2003. Vol. 37, suppl. 3. 229–337.
- Решения Межведомственного регионального стратиграфического совещания по ордовику и силуру Восточно-Европейской платформы с региональными стратиграфическими схемами (1984) / сост. Р. М. Мянниль, Х. Э. Нестор. Л. : Ленингр. картогр. ф-ка ВСЕГЕИ, 1987. 115 с.
- Tammekann A. The Baltic Glint. Part I. Morphography of the Glint. Tartu, Estonia : Publicationes Instituti Universitatis Tartuensis Geographici, 1940. No. 24. 103 p.
- Бок И. Геогностическое описание нижнесилурийской и девонской системы Санкт-Петербургской губернии. СПб., 1868. 90 с.
- Иванцов А. Ю. О возрасте нижнего «чечевиного слоя» (ордовик Ленинградской области) // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. 1990. Т. 65, вып. 5. С. 56–60.
- Искюль Г. С. Новые данные о стратиграфическом распространении стеблей криноидей в среднем ордовике северо-запада Русской плиты (рр. Лава и Лынна) // Труды палеонтологического общества. Т. II / отв. ред. С. В. Рожнов. М. : ПИН РАН, 2019. С. 60–68.
- Rasmussen Ch. M., Nielsen A. T., Harper D. A. Ecostratigraphical interpretation of lower Middle Ordovician East Baltic sections based on brachiopods // Geol. Mag. 2009. Vol. 146, no. 5. P. 717–731. <https://doi.org/10.1017/S0016756809990148>.
- Geologic Time Scale 2020. Vol. 2 / Eds. F. Gradstein [et al.]. Amsterdam, Netherlands : Elsevier, 2021. 1176 p.
- Ламанский В. В. Древнейшие слои силурийских отложений России : тр. Геологического комитета. Новая серия. Вып. 20. СПб. : Тип. М. Стасюлевича, 1905. 203 с.
- Иванцов А. Ю. Кундаский и азериский горизонты (ордовик) на р. Волхов // Фауна и экосистемы геологического прошлого / отв. ред. Б. С. Соколов, А. Б. Ивановский. М. : Наука, 1993. С. 90–98.
- Иванцов А. Ю., Мельникова Л. М. Волховский и кундаский горизонты ордовика и характеристика трилобитов и остракод на р. Волхов (Ленинградская область) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1998. Т. 6, № 5. С. 47–63.
- Орвику К. К. О литостратиграфии волховского и кундаского горизонтов в Эстонии // Тр. Ин-та геол. Акад. наук Эст. ССР. 1960. Т. V. С. 45–87.
- 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.
- Искюль Г. С. Литостратиграфия среднеордовикских (дарривильских) отложений реки Волхов, Северо-Запад России: 1. Кундаский горизонт // Региональная геология и металлогения. 2023. № 96. С. 5–26. [https://doi.org/10.52349/0869-7892\\_2023\\_96\\_5-26](https://doi.org/10.52349/0869-7892_2023_96_5-26).
- Рыбусокс А. К. Стратиграфия вирусской и харьюской серий (ордовик) Северной Эстонии. Таллин : Валгус, 1970. 346 с.
- Искюль Г. С. Литостратиграфия среднеордовикских (дарривильских) отложений реки Волхов, Северо-Запад России: азериский, ласнамягиский и ухакусский горизонты // Региональная геология и металлогения. 2024. № 98. С. 5–31.
- Dunham R. J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture // Classification of carbonate rocks — a symposium / Ed. W. E. Ham. Tulsa, USA : American Association of Petroleum Geologists; 1962. Vol. 1. P. 108–121. <https://doi.org/10.1306/M1357>.
- Мяги С. О. Стратиграфия и фации онтикаских отложений : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Таллин : Ин-т геологии АН ЭССР, 1984. 29 с.
- Алихова Т. Н. Стратиграфия и брахиоподы среднеордовикских отложений Московской синеклизы. М. : Недра, 1969. 91 с.
- Raymond P. E. Expedition to the Baltic Provinces of Russia and Scandinavia, 1914. Part 1. The correlation of the

Ordovician Strata of the Baltic Basin with those of Eastern North America // *Bull. Museum Compar. Zool. Harv. Coll.* 1916. Vol. 56, no. 3. P. 177–286.

25. Hints L., Harper D. A. T. Review of the Ordovician rhynchonelliformean Brachiopoda of the East Baltic: Their distribution and biofacies // *Bulletin of the Geological Society of Denmark*. 2003. Vol. 50. P. 29–43. <https://doi.org/10.37570/bgdsd-2003-50-02>.

26. Rõõmusoks A. Ordovician strophomenoid brachiopods of northern Estonia // *Fossilia Baltica*. 2004. Vol. 3. P. 1–151.

27. Алихова Т. Н. О стратиграфическом расчленении ордовикских отложений Северо-Запада России // Региональная геология и металлогения. 1997. № 6. С. 77–89.

28. Искюль Г. С. Стратиграфическое распространение строфоменидных брахиопод в азериском и ласнамягиском горизонтах (средний ордовик) южного Приладожья // Палеонтология и стратиграфия: современное состояние и пути развития : материалы LXVIII сессии Палеонтол. о-ва при РАН, посвящ. 100-летию со дня рождения Александра Ивановича Жамойды. СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2022. С. 61–62.

## REFERENCES

1. Nedrigailova I. S., Sokolova T. N., Savanin V. S. Geological and hydrogeological maps of the USSR at a scale of 1 : 200,000. Ilmenskaya series. Sheet O-36-II. Explanatory note. Moscow; 1986. 146 p. (In Russ.).

2. Iskyul G. S. The key section of the Kunda stage (Middle Ordovician) at the Lava River: Detailed description and trilobite biostratigraphy. *Regional Geology and Metallogeny*. 2015; (63): 9–19. (In Russ.).

3. Iskül N. V., Kuznetsov S. S. Geological sketch of the Lava River valley: Leningrad Region. Leningrad: Publ. House of the AS USSR, Leningrad Branch; 1962. 52 p. (In Russ.).

4. Fedorov P. V. Key section of the Lower Ordovician glauconite strata along the Lava River. Problems of hierarchy and nomenclature of lithostratons. *Stratigraphic and facies methods for studying the Phanerozoic*. St. Petersburg; 2006. P. 7–17. (In Russ.).

5. Ivantsov A. Yu. Ordovician trilobites of the subfamily Asaphinae of the Ladoga Glint. *Paleont. J.* 2003; 37 (S 3): 229–337.

6. Decisions of the interdepartmental regional stratigraphic meeting on the Ordovician and Silurian of the East European Platform with regional stratigraphic schemes (1984) / Compiled by R. M. Männil, H. E. Nestor. Leningrad: VSEGEI Cartogr. Factory; 1987. 115 p. (In Russ.).

7. Tammekann A. The Baltic Glint. Part I. Morphography of the Glint. Tartu, Estonia: Publications Instituti Universitatis Tartuensis Geographici; 1940. No. 24. 103 p.

8. Bok I. Geognostic description of the Lower Silurian and Devonian systems of the St. Petersburg province. St. Petersburg; 1868. 90 p. (In Russ.).

9. Ivantsov A. Yu. On the age of the “Lower Oolite bed” (Ordovician of the Leningrad region). *Bulletin of the Moscow Society of Natural Scientists. Geological Series*. 1990; 65 (5): 56–60. (In Russ.).

10. Iskül G. S. New data on the stratigraphic distribution of crinoid stems in the Middle Ordovician of the northwestern Russian Plate (Lava and Lynna rivers). *Proc. of the Paleontological Soc. Vol. II* / Ed. S. V. Rozhnov. Moscow: PIN RAS; 2019. P. 60–68. (In Russ.).

11. Rasmussen Ch. M., Nielsen A. T., Harper D. A. Ecostratigraphical interpretation of lower Middle Ordovician East Baltic sections based on brachiopods. *Geol. Mag.* 2009; 146 (5): 717–731. <https://doi.org/10.1017/S0016756809990148>.

12. Geologic Time Scale 2020. Vol. 2 / Eds. F. Gradstein [et al.]. Amsterdam, Netherlands: Elsevier; 2021. 1176 p.

13. Lamansky V. V. Ancient layers of Silurian deposits of Russia: Proc. of the Geological Committee. New series. No. 20. St. Petersburg: M. Stasyulevich Print. House; 1905. 203 p. (In Russ., Germ.).

14. Ivantsov A. Yu. Kunda and Aseri horizons (Ordovician) on the Volkhov River. *Fauna and ecosystems of the geological past* / Eds. B. S. Sokolov, A. B. Ivanovsky. Moscow: Nauka; 1993. P. 90–98. (In Russ.).

15. Ivantsov A. Yu., Melnikova L. M. The Lower Ordovician Volkhov and Kunda horizons and characteristics of trilobites and ostracodes (the Volkhov River, the Leningrad Region). *Stratigraphy and Geologic Correlation*. 1998; 6 (5): 47–63. (In Russ.).

16. Orviku K. K. On the lithostratigraphy of the Volkhov and Kunda horizons in Estonia. *Proc. of the Inst. of Geol., Acad. of Sci. of Estonian SSR*. 1960; V: 45–87. (In Russ.).

17. Iskyul G. S. Phosphatized discontinuity surfaces in the limestones of the Kunda Regional Stage (Middle Ordovician, Darrivilian) in northwest Russia. *Regional Geology and Metallogeny*. 2019; (78): 5–20. (In Russ.).

18. Iskül G. S. Lithostratigraphy of the Middle Ordovician (Darrivilian) deposits of the Volkhov River, North-West Russia: 1. Kunda Regional Stage. *Regional Geology and Metallogeny*. 2023; (96): 5–26. [https://doi.org/10.52349/0869-78-92\\_2023\\_96\\_5-26](https://doi.org/10.52349/0869-78-92_2023_96_5-26). (In Russ.).

19. Rõõmusoks A. K. Stratigraphy of the Viru and Harju series (Ordovician) of Northern Estonia. Tallinn: Valgus; 1970. 346 p. (In Russ.).

20. Iskül G. S. Lithostratigraphy of the Middle Ordovician (Darrivilian) of the Volkhov River: Aseri, Lasnamägi and Uhaku regional stages. *Regional Geology and Metallogeny*. 2024; (98): 5–31. (In Russ.).

21. Dunham R. J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. Classification of carbonate rocks — a symposium / Ed. W. E. Ham. Tulsa, USA: Amer. Assoc. of Petroleum Geologists; 1962; 1: 108–121. <https://doi.org/10.1306/M1357>.

22. Mägi S. O. Stratigraphy and facies of the Ontika deposits: abstr. of the PhD diss. (Geology and Mineralogy). Tallinn: Inst. of Geol., AS ESSR; 1984. 29 p. (In Russ.).

23. Alikhova T. N. Stratigraphy and brachiopods of the Middle Ordovician deposits in the Moscow Syncline. Moscow: Nedra; 1969. 91 p.

24. Raymond P. E. Expedition to the Baltic Provinces of Russia and Scandinavia, 1914. Part 1. The correlation of the Ordovician Strata of the Baltic Basin with those of Eastern North America. *Bull. Museum Compar. Zool. Harv. Coll.* 1916; 56 (3): 177–286.

25. Hints L., Harper D. A. T. Review of the Ordovician rhynchonelliformean Brachiopoda of the East Baltic: Their distribution and biofacies. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*. 2003; 50: 29–43. <https://doi.org/10.37570/bgdsd-2003-50-02>.

26. Rõõmusoks A. Ordovician strophomenoid brachiopods of northern Estonia. *Fossilia Baltica*. 2004; 3: 1–151.

27. Alikhova T. N. About stratigraphic subdivision of Ordovician deposits in the North-West of Russia. *Regional Geology and Metallogeny*. 1997; (6): 77–89. (In Russ.).

28. Iskül G. S. Stratigraphic distribution of strophomenoid brachiopods in the Aseri and Lasnamägi horizons (Middle Ordovician) of the southern Ladoga region. Paleontology and stratigraphy: Current state and ways of development. *Proc. of the LXVIII sess. of the Paleontological Soc. at the Russ. Acad. of Sci., dedicated to the 100<sup>th</sup> anniversary of Aleksandr I. Zhamoida's birth*. St. Petersburg: VSEGEI Publ. House; 2022. P. 61–62 (In Russ.).

## Георгий Сергеевич Искюль

Кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского, Санкт-Петербург, Россия

<https://orcid.org/0009-0005-2197-1708>

SPIN-код РИНЦ 6561-2121

[geo-iskyul@yandex.ru](mailto:geo-iskyul@yandex.ru)

## Georgy S. Iskül

PhD (Geology and Mineralogy), Researcher

All-Russian Geological Research Institute of A. P. Karpinsky, Saint Petersburg, Russia

<https://orcid.org/0009-0005-2197-1708>

RSCI SPIN-code 6561-2121

[geo-iskyul@yandex.ru](mailto:geo-iskyul@yandex.ru)

---

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest:** the author declares no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 19.11.2024

Одобрена после рецензирования 25.02.2024

Принята к публикации 20.03.2025

Submitted 19.11.2024

Approved after reviewing 25.02.2024

Accepted for publication 20.03.2025