

ОПОРНЫЙ РАЗРЕЗ КУНДАСКОГО ГОРИЗОНТА (СРЕДНИЙ ОРДОВИК) НА РЕКЕ ЛАВА: ОПИСАНИЕ И БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ПО ТРИЛОБИТАМ

Приводится послойное описание опорного разреза кундаского горизонта на р. Лава. Интервал горизонта включает вокаскую, утриаскую, путиловскую, плехановскую и симанковскую пачки (пачки плехановская и путиловская выделены в данной работе), состоящие из 29 литологически однородных пластов/пачек. Установлено фациальное замещение «верхнего оолитового слоя» эндоцератитовыми известняками южнее разреза Лава-15. Выделены и охарактеризованы 9 опорных литостратиграфических и 11 биостратиграфических (азафидные и илленидные трилобиты) уровней и интервалов.

Ключевые слова: *ордовик, глинт, кундаский горизонт, известняки, мергели, литостратиграфия, Asaphus, Illaenus.*

The article is described the key section of the Kunda Regional Stage at the Lava River, North-West Russia. The Kunda Stage is divided into Voka, Utria, Putilovo, Plekhanovo and Simankovo members consisting of 29 lithological units. Lateral replacement the «upper oolitic bed» by the Endoceras limestone is found at the section Lava-15. Nine lithostratigraphic and biostratigraphic marking levels and intervals are distinguished and characterized.

Keywords: *Ordovician, clint, Kunda Stage, limestone, marl, lithostratigraphy, Asaphus, Illaenus.*

Вдоль российской части Балтийско-Ладожского глинта наблюдаются три типа разрезов кундаского горизонта: карбонатный на западе (р. Нарва – р. Тосна), глинисто-карбонатный на востоке (р. Волхов – р. Лынна) и переходный между ними (карьер Путилово – р. Лава). В переходных разрезах подгоризонты $V_{III\alpha}$ и $V_{III\beta}$ по мощности, строению и литологии аналогичны карбонатным, а подгоризонт $V_{III\gamma}$ – глинисто-карбонатным разрезам. Впервые приводим послойное описание опорного разреза кундаского горизонта на р. Лава (переходный тип) и краткую характеристику маркирующих лито- и биостратиграфических уровней.

Каньон р. Лава расположен в 80 км к востоку от Санкт-Петербурга, в приглинтовой части Путиловской возвышенности (рис. 1). Полная последовательность кундаских отложений изучена по двум разрезам. Разрез Лава-15 расположен на левом берегу р. Лава в 300 м севернее моста в с. Васильково и представляет собой отвесный обрыв высотой 17–18 м [3]; географические координаты $59^{\circ}52'11.30''$ с.ш. и $31^{\circ}34'57.03''$ в.д. В нём вскрываются отложения от вокаской до симанковской (~ 3 м, неполная мощность) пачек; породы последней сильно выветренные в верхней части. Разрез Лава-23 расположен на правом берегу р. Лава в 500 м ниже устья р. Ковра [3]; географические координаты $59^{\circ}52'11.30''$ с.ш. и $31^{\circ}35'32.27''$ в.д. Расчистками вскрыты верхняя часть плехановской пачки (у уреза воды) и симанковская пачка полностью (4,65 м).

Методы, материалы и терминология. Работа проводилась в 1997–2012 гг. и включала послойную документацию, изучение распределения алеврито-глинистой примеси (< 0,05 мм) и микроструктур, текстурно-тафономические наблюдения, послойный сбор азафидных и илленидных трилобитов.

Распределение алеврито-глинистой примеси изучено по 90 пробам, отобраным через 5–20 см. Известняки разделены на чистые (< 5 %), весьма

слабо (5–10 %), слабо (10–15 %), средние (15–20 %), сильно (20–25 %) и весьма сильно алевроглинистые (25–30 %). К мергелям отнесены породы с 30–80 % алеврито-глинистой примеси, что примерно соответствует 25–75 % глинистого компонента. Для 28 проб из нижней половины горизонта определены отдельно алевритовая и пелитовая фракции, показавшие ведущую роль последней в вариациях общего содержания некарбонатной примеси.

Микроструктуры и микротекстуры карбонатов изучены по 60 вертикально ориентированным шлифам. Основные структурные компоненты известняков и мергелей представлены биокластами (преимущественно иглокожих и остракод), микроспаритовым матриксом и редко спаритовым цементом. Микроструктуры описываются в терминах Данхема [8]. Биокласты разделены на крупные 1,0–0,5, средние 0,5–0,25, мелкие 0,25–0,1 и тонкие 0,1–0,05 мм. Биокласты < 0,05 мм включены в иловую фракцию. Для шлифов мергелей и подавляющей части известняков со значительной долей илистой составляющей характерно пятнистое распределение биокластов и микроспаритового матрикса, образованное при биотурбации осадка. Такие породы нами названы биокласто-микроспаритовыми. Скопления биокластов имеют структуру средне-мелкобиокластового вакстоуна-пакстоуна – В-П(с-м/б); существенно микроспаритовые участки имеют структуру мелко-тонкобиокластового вакстоуна-мадстоуна – В-М(м-т/б).

В ходе текстурно-тафономических исследований в наиболее чистых (< 15 % алеврито-глинистой примеси) карбонатных интервалах выявлено массовое распространение фосфатизированных поверхностей перерыва, раковинной фауны с фосфатизированным заполнением и «доломитовых» ихнофоссилий.

Поверхности перерыва представляют собой горизонты сингенетичной фосфатизации с белёсой

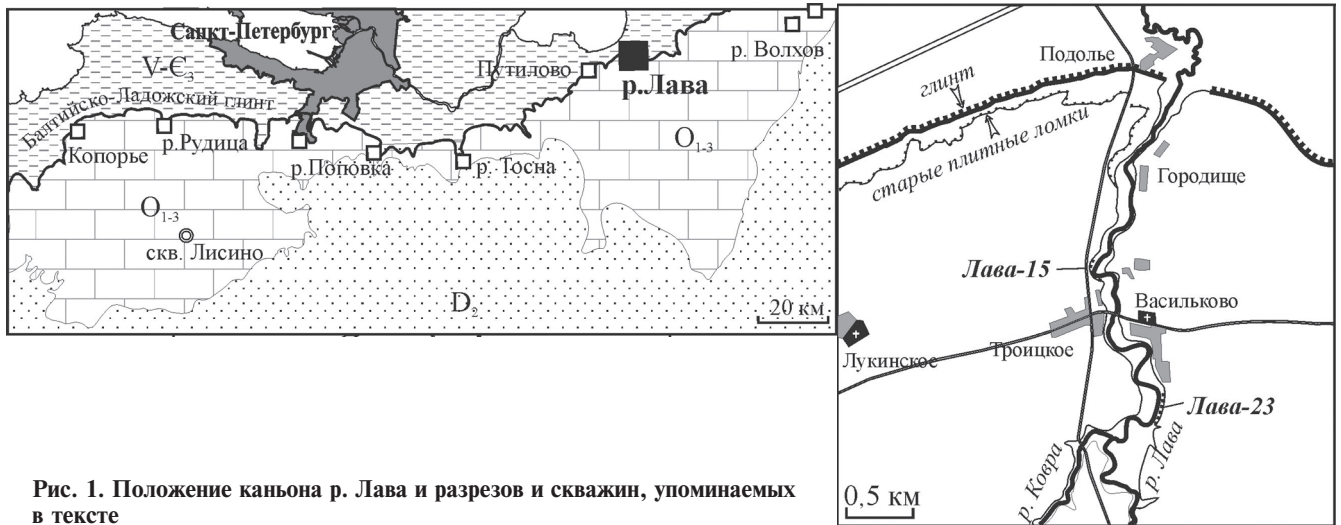


Рис. 1. Положение каньона р. Лава и разрезов и скважин, упоминаемых в тексте

и серой окраской, следующие по разрезу через 0,5–4 см и разрушенные биотурбацией после захоронения. Они обычно пропускаются при документации обнажений из-за биотурбованности и сходства цвета импрегнации и вмещающей породы. По степени фосфатизации и биотурбованности мы выделяем четыре типа поверхностей, контролируемых карбонатными микрофациями:

– диастемы 1-го типа – слабо выраженные эрозионные поверхности со слабой (белёсой) и неглубокой (до 6 мм) импрегнацией на возвышениях; приурочены к существенно биокластовым литотипам (пакстоунам);

– диастемы 2-го типа – биотурбированные поверхности со слабой (белёсой) и неглубокой (до 1 см) импрегнацией, расчлененной более поздними ходами инфауны на отдельные мелкие пятна шириной 1–2 см, развиты в слабо- и средне-алевроглинистых биокласто-микроспаритовых известняках;

– фирмграунды («плотное дно») – неровные до бугристых поверхности с амплитудой 1–2 см и относительно сильной (серой) и глубокой (до 1,5 см) импрегнацией, часто приуроченной лишь к выступам. Импрегнация также в той или иной степени расчленена более поздними следами рытья, но в основном крупными (0,5–3 см). Приурочены к слабо-алевроглинистым известнякам-биотурбитам;

– незрелые хардграунды («твёрдое дно») – наиболее «зрелые» поверхности со сплошной тёмно-серой импрегнацией глубиной до 2 см, почти без следов проникновения более поздних следов рытья из перекрывающего слоя.

Раковинная фауна с фосфатизированным заполнением представлена остатками наутилоидей, гастропод, мшанок и трилобитов (вплоть до мелких биокластов иглокожих), полости и интерстиции которых заполнены биокласто-иловым осадком с целиком фосфатизированным матриксом. По окраске (белёсая, серая) и микроструктуре такой осадок не отличается от фосфатизированного осадка под поверхностями перерыва. В устьях наиболее крупных фоссилей (наутилоидей и гастроподы) можно наблюдать эрозионный и биотурбационный контакты фосфатизированного заполнения с вмещающей породой. Морфология и возможный генезис этих образований из биокластовых пакстоунов-грейнстоунов рассмотрены в нашей статье [4]. Нужно отметить, что большин-

ство ортоцераконов наутилоидей разрушено сверху в результате растворения.

«Доломитовые» ихнофоссилии представляют собой крупные (0,5–3 см) следы рытья различной таксономической принадлежности, селективно доломитизированные в диагенезе. Доломитизации подвергались как сами ходы, так и известняк вокруг них; такие ходы в штупе выделяются в виде чёрно-серых (мелкозернистых) и зеленовато-серых (тонкозернистых) пятен шириной до 4 см. В случае относительно тонких ходов (0,5–1 см) обычно хорошо различима трубчатая или червеобразная морфология, в основании ходов могут быть различимы шпрейты из мелких биокластов.

Характеристика литостратонов. При описании разрезов использованы стратиграфические единицы двух порядков. Вокаская, утриаская, путиловская, плехановская и симанковская пачки являются сравнительно крупными литолого-фациальными единицами разреза. Их краткая характеристика приводится ниже по тексту. На этом фоне наблюдается чередование мелких карбонатных пластов/пачек, обеднённых или в той или иной степени обогащённых алевроито-глинистым компонентом. Эти мелкие седиментационные единицы (СЕ) являются естественной основой расчленения и корреляции разрезов и рассматриваются как отражение высокочастотной цикличности затопления-обмеления. В кундаском горизонте р. Лава автором выделено 29 СЕ сравнительно монофациального характера с резкими границами мощностью 0,1–1,1 м; квазипериодические вариации карбонатности обуславливают пилообразную форму кривой (рис. 2). Послойная характеристика СЕ представлена на рис. 3–6.

Вокаская пачка (0,8 м), или «нижний чечевиный слой», ультраконденсированные отложения зоны с *A. expansus* – нижней части зоны *A. raniceps*-*A. striatus* [6, 7, 9], содержащие в разном количестве гётитовые микроконкреции (оолиты-«чечевицы» и псевдо-оолиты). Пачка (рис. 3) состоит из глинистых известняков с биокласто-микроспаритовым сложением (преобладает В-М(м-т/б), с редкими тонкими пропластками глин; окраска светло-серая и на участках с «чечевицами» бледно-коричневая и красная. Подошва совпадает с подошвой горизонта и маркирована региональной поверхностью перерыва (*kn-1*).

Утриаская пачка выделена [6] в Северной Эстонии для обозначения эндоцератитовых известняков, содержащих макрокопический глауконит. В региональной схеме ордовика Ленинградской области пачка появляется в [7]. Проведённое автором сопоставление разрезов кундаского горизонта Восточной Эстонии и Северо-Запада России показывает, что критерии выделения и объём пачки нуждаются в корректировке. И в Эстонии, и в Ленинградской области пачку целесообразно выделять как сравнительно массивный и карбонатный интервал, ограниченный более глинистыми и тонкослоистыми отложениями снизу (вокаская пачка) и сверху (силламяэская пачка в Эстонии, путиловская пачка в России). Появление или исчезновение глауконита имеет второстепенное значение по сравнению с изменением основных генетических признаков: карбонатности, соотношения биокласты/матрикс и характера стратификации. Верхняя граница пачки должна быть поднята на 0,4 м (р. Сытке, Восточная Эстония) – 0,7 м (р. Лава). На р. Лава и в карьере Путилово утриаская пачка сложена типичными эндоцератитовыми известняками: высококарбонатными, толстоплитчатыми, с частыми проявлениями сингенетичной фосфатизации (поверхности перерыва, заполнение фоссилий, микроинтракласты), в нижних 2,4 м – с небольшой примесью глауконита. Преобладают слабо- (более половины мощности) и средне-алевроглинистые биокласто-микроспаритовые породы с различным соотношением в шлифах участков П(с-м/б) и В-М(м-т/б). Лишь на двух уровнях обнаружены известняки с более плотными и сравнительно сортированными структурами пакстоуна и грейнстоуна, т.н. нижние и верхние «кости» (СЕ-10 и СЕ-14) [4]. Фосфатизированные поверхности перерыва следуют по разрезу через 2–4 см. В большинстве случаев это диастемы 2-го типа, редко фирмграунды и (в СЕ-10) диастемы 1-го типа. В слабо-алевроглинистых известняках подавляющее большинство раковинных остатков содержит реликтовое фосфатизированное заполнение, в шлифах наблюдаются фосфатизированные биокласты иглокожих. Количество тех и других достигает максимума в пакстоунах и грейнстоунах СЕ-10 и СЕ-14; количество генераций реликтового заполнения в раковинах наутилоидей до 2–3. Известняки светло- и розовато-серые, отдельными слоями бледно-розовые, с частыми чёрными и тёмно-серыми пятнами «доломитовых» ихнофоссилий. Розоватые тона здесь и выше по разрезу обусловлены гипергенным окислением тонкого пирита.

Путиловская пачка. Выделена в данной работе, стратотип – карьер Путилово. Нижняя граница литологически резкая. Пачка сложена известняками сильно-алевроглинистыми, биокласто-микроспаритовыми, биотурбированными, тонкослоистыми, обычно линзовидно-комковатыми. В разрезах ладожской части глинта (карьер Путилово – р. Волхов) известняки в верхней части пачки (~ 0,3 м) с пропластками глин до 1–3 см. Мощность пачки в стратотипе 0,9 м, восточнее возрастает до 1,1 (р. Лава) и 1,3 м (р. Волхов). Пачка содержит фауну *Asaphus striatus* Voeck, *A. knyrkoi* F. Schmidt и *A. minor* F. Schmidt.

Плехановская пачка. Выделена в данной работе, стратотип – левый берег р. Волхов ниже п. Плеханово. Сложена толстоплитчатыми биокласто-микроспаритовыми известняками с растущей вверх карбонатностью, практически без глинистых про-

слоев, с фауной *Asaphus minor* F. Schmidt. Границы пачки резкие. На р. Лава пачка включает СЕ-18, СЕ-19 и СЕ-20. Последние две на разрезе Лава-15 сложены известняками с железистыми оолитами, но южнее, к разрезу Лава-23, «оолитовые» литофации внутри СЕ-20 замещаются типичными эндоцератитовыми известняками, более карбонатными, с фосфатизированными фирмграундами и чёрными пятнами «доломитовых» ихнофоссилий. На рис. 5 сопоставлены разрезы Лава-15 и Лава-23 плехановской пачки.

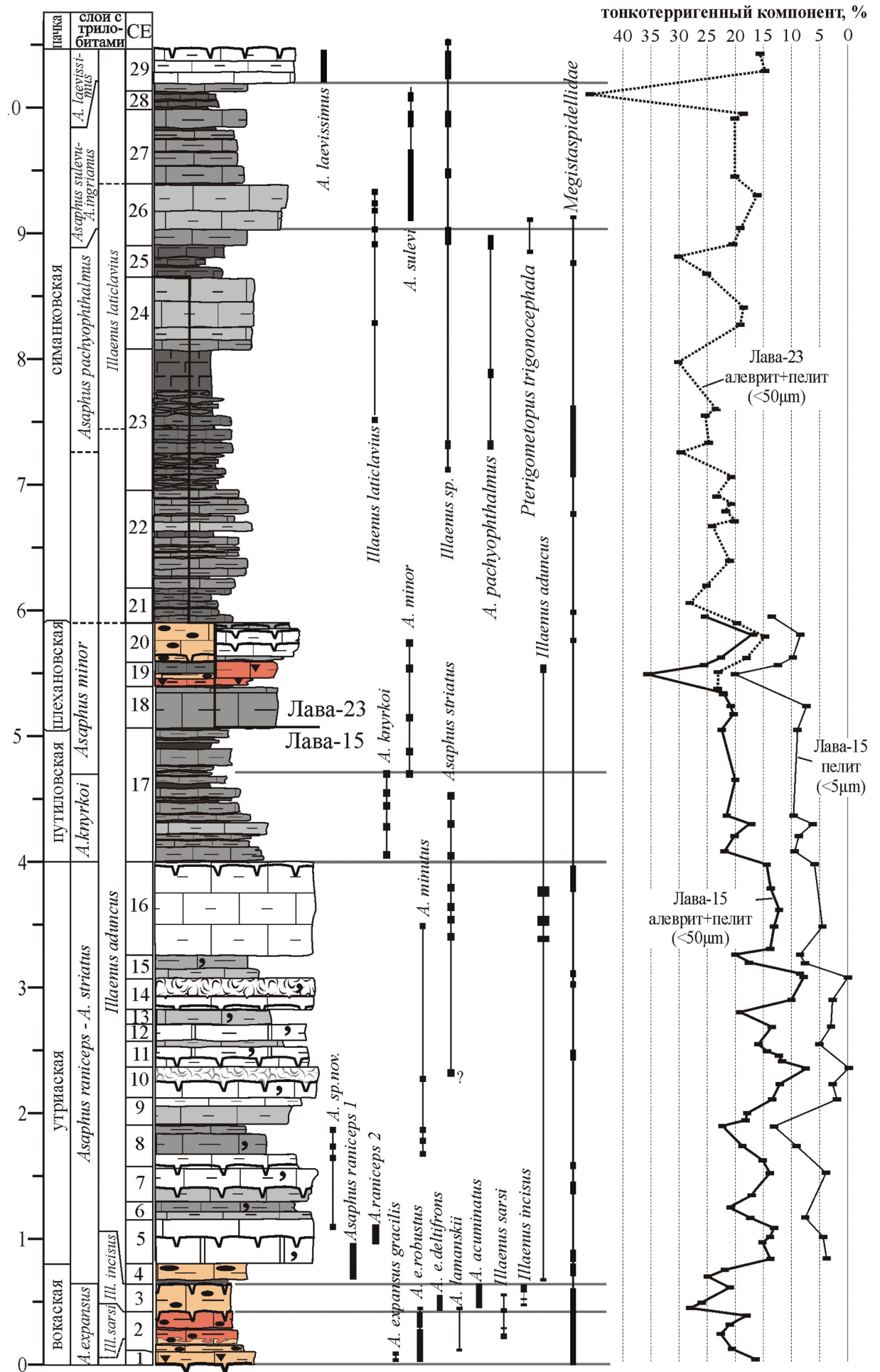
Симанковская пачка (4,9 м). Выделена в [7], распространена только на ладожском сегменте глинта от карьера Путилово до р. Волхов. Это наиболее мергелистая и наименее конденсированная часть кундаского горизонта, строение и мощность которой на р. Лава и в стратотипических разрезах на р. Волхов одинаковы. Нижняя граница литологически резкая, маркирована падением карбонатности, утонением слоистости, исчезновением фосфатных поверхностей перерыва (Лава-23 и р. Волхов) или гётитовых оолитов (Лава-15). Верхнюю границу на указанных разрезах (рис. 6) мы совмещаем с границей кундаского и азериского горизонтов, маркированной фирмграундом *as-1*.

Характеристика литомаркёров. Результаты корреляции кундаских отложений по линии российского глинта, проведённой автором, показывают, что выделенные СЕ в целом уверенно прослеживаются как в глинисто-карбонатных, так и в карбонатных разрезах несмотря на изменение мощности и литологии. Ниже охарактеризуем ряд опорных уровней (поверхностей перерыва и границ СЕ), которые выражены наиболее контрастно и могут использоваться как литомаркёры, в том числе при анализе керн скважин. Границы СЕ с генетической точки зрения могут быть охарактеризованы как поверхности затопления (раздел карбонатных и глинисто-карбонатных литофаций) и обмеления (наоборот); такая интерпретация основана на общем характере распределения литофаций в палеобассейне [1].

Поверхность перерыва kn-1. По всему глинту маркирует подошву кундаского горизонта [6, 9]: от р. Нарва до карьера Концы это незрелый хардграунд с фосфатной импрегнацией, подстилающий вокаскую пачку. На реках Волхов и Лынна этот фирмграунд с сиреневой гематит-фосфатной импрегнацией, проходящий внутри т. н. «верхнего белого слоя» [5].

Поверхность перерыва kn-3. Маркирует подошву подгоризонта $V_{III\beta}$ [9], на российском глинте почти повсеместно представляет фирмграунд с серой (на реках Волхов и Лынна сиреневой) фосфатной импрегнацией, в карьере Широково близ Копорья – сильно фосфатизированный хардграунд с глубокой коричневой импрегнацией.

Граница вокаской и утриаской пачек. Один из наиболее чётких и уверенно прослеживаемых уровней в среднем ордовике эстонского и российского глинта. В тех разрезах, где данный уровень заключён в «фоновых» литофациях (без гётитовых оолитов, р. Волхов), он уверенно диагностируется как поверхность затопления, разделяющая карбонатные (подстилающие) и глинисто-карбонатные (перекрывающие) отложения. Западнее р. Волхов подстилающие отложения переходят в аномально разглиненную вокаскую пачку, за счёт чего возникает ярко выраженная инверсия карбонатности, скрывающая истинный характер фациальных



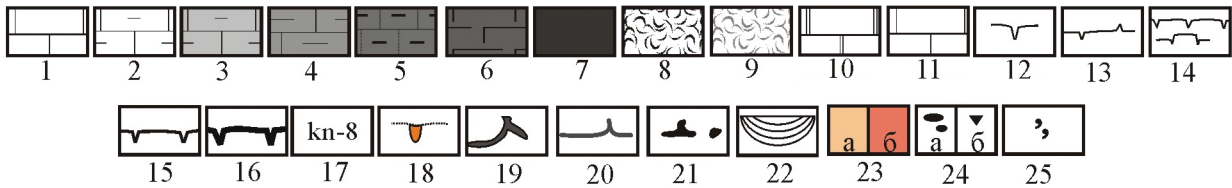
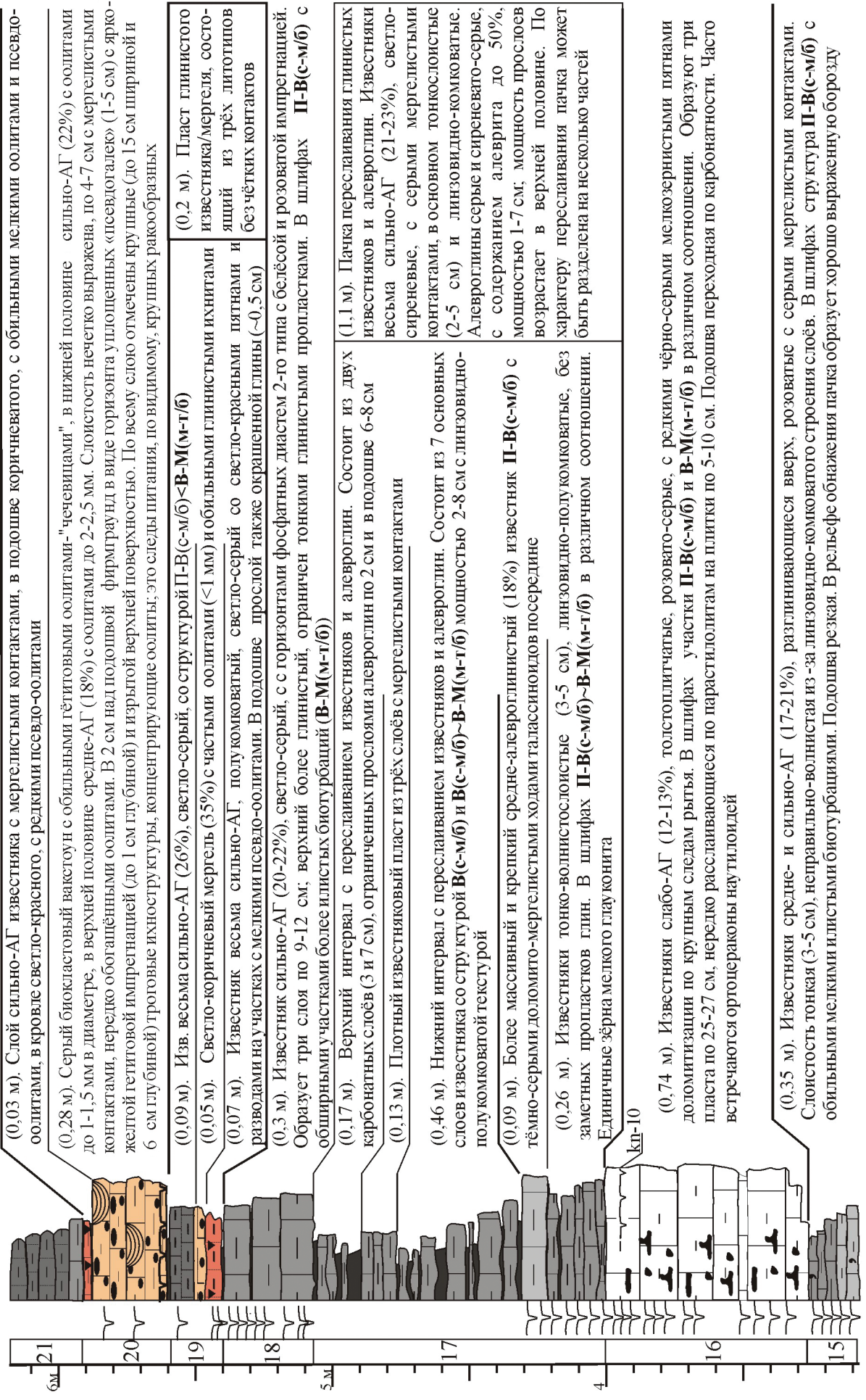


Рис. 2. Сводный разрез кундаского горизонта на р. Лава и распространение азафидных и илленидных трилобитов

Литотипы: 1–5 – известняки (1 – чистые и весьма слабо алевроглинистые, 2 – слабо, 3 – средне, 4 – сильно, 5 – весьма сильно алевроглинистые); 6 – мергели; 7 – глины. Микроструктуры: 8 – грейнстоун крупнобиокластовый; 9 – пакстоун мелкобиокластовый; 10 – В-П(с-м/б) или П(т/б); 11 – сочетание В-П(с-м/б), В(с-м/б) и В-М(м-т/б). Фосфатизированные поверхности перерыва: 12 – диастемы 2-го типа; 13 – диастемы 1-го типа; 14 – незрелый фирмграунд; 15 – зрелый фирмграунд; 16 – незрелый хардграунд; 17 – номера поверхностей. Их фоссилии: 18 – норки *Scolithos* (?) и *Gastrohaenolithes*, заполненные гётитовыми оолитами; 19 – мергелистые талассиноиды; 20 – мергелистые и глинистые планолиты (?); 21 – доломитовые пятна-гало вокруг ходов инфауны; 22 – крупные троговые следы проедания осадка. Прочее: 23 – коричневатые (а) и красные (б) известняки и глины с гётитовыми оолитами; 24 – гётитовые псевдо-оолиты (а) и оолиты (б); 25 – глауконит. АГ – алевроглинистый



Рис. 3. Послойное описание воакской пачки, разрез Лава-15. Усл. обозн. см. на рис. 2



(0,03 м). Слой сильно-АГ известняка с мергелистыми контактами, в подошве коричневатого, с обильными мелкими оолитами и псевдо-оолитами, в кровле светло-красного, с редкими псевдо-оолитами

(0,28 м). Серый биокластовый вакуол с обильными гетитовыми оолитами-"чечевицами", в нижней половине сильно-АГ (22%) с оолитами до 1-1,5 мм в диаметре, в верхней половине средне-АГ (18%) с оолитами до 2-2,5 мм. Слоистость нечетко выражена, по 4-7 см с мергелистыми контактами, нередко обогащенными оолитами. В 2 см над подошвой фирмграунд в виде горизонта уплощенных «псевдогалек» (1-5 см) с яркой желтой гетитовой импрегнацией (до 1 см глубины) и изрытой верхней поверхностью. По всему слою отмечены крупные (до 15 см шириной и 6 см глубиной) троговые ихноструктуры, концентрирующие оолиты; это следы питания, по видимому, крупных ракообразных

(0,09 м). Изв. весьма сильно-АГ (26%), светло-серый, со структурой П-В(с-м/б) < В-М(м-г/б)

(0,05 м). Светло-коричневый мергель (35%) с частыми оолитами (<1 мм) и обильными глинистыми ихнитами

(0,07 м). Известняк весьма сильно-АГ, полужомковатый, светло-серый со светло-красными пятнами и разводами на участках с мелкими псевдо-оолитами. В подошве прослой также окрашенной глины (~0,5 см)

(0,3 м). Известняк сильно-АГ (20-22%), светло-серый, с горизонтальными фосфатными диагестем 2-го типа с белёсой и розовой импрегнацией. Образуется три слоя по 9-12 см; верхний более глинистый, ограничен тонкими глинистыми пропластками. В шлифах П-В(с-м/б) с обширными участками более илистых биотурбаций (В-М(м-г/б))

(0,17 м). Верхний интервал с переслаиванием известняков и алевроглин. Состоит из двух карбонатных слоёв (3 и 7 см), ограниченных прослоями алевроглин по 2 см и в подошве 6-8 см

(0,13 м). Плотный известняковый пласт из трёх слоёв с мергелистыми контактами

(0,46 м). Нижний интервал с переслаиванием известняков и алевроглин. Состоит из 7 основных слоёв известняка со структурой В(с-м/б) и В(с-м/б)~В-М(м-г/б) мощностью 2-8 см с линзовидно-полужомковатой текстурой

(0,09 м). Более массивный и крепкий средне-алевроглинистый (18%) известняк П-В(с-м/б) с тёмно-серыми доломито-мергелистыми ходами талассиноидов посередине

(0,26 м). Известняки тонко-волнистослоистые (3-5 см), линзовидно-полужомковатые, без заметных пропластков глин. В шлифах П-В(с-м/б)~В-М(м-г/б) в различном соотношении. Единичные зёрна мелкого глауконита

кп-10

(0,74 м). Известняки слабо-АГ (12-13%), толстоплитчатые, розовато-серые, с редкими чёрно-серыми мелкозернистыми пятнами доломитизации по крупным следам рытья. В шлифах участки П-В(с-м/б) и В-М(м-г/б) в различном соотношении. Образуется три пласта по 25-27 см, нередко расслаивающиеся по парастилолитам на плитки по 5-10 см. Подошва переходная по карбонатности. Часто встречаются ортоэраконы наутилоидей

(0,35 м). Известняки средне- и сильно-АГ (17-21%), разглинённые вверх, розоватые с серыми мергелистыми контактами. Слоистость тонкая (3-5 см), неправильно-волнистая из-за линзовидно-жомковатого строения слоёв. В шлифах структура П-В(с-м/б) с обильными мелкими илистыми биотурбациями. Подошва резкая. В рельефе обнажения пачка образует хорошо выраженную борозду

(0,2 м). Пласт глинистого известняка/мергеля, состоящий из трёх литотипов без чётких контактов

(1,1 м). Пачка переслаивания глинистых известняков и алевроглин. Известняки весьма сильно-АГ (21-23%), светло-сиреневые, с серыми мергелистыми контактами, в основном тонкослоистые (2-5 см) и линзовидно-жомковатые. Алевроглины серые и сиреневато-серые, с содержанием алевроита до 50%, мощностью 1-7 см; мощность прослоев возрастает в верхней половине. По характеру переслаивания пачка может быть разделена на несколько частей



Рис. 4. Последнее описание утриаско-плекановского интервала, разрез Лава-15

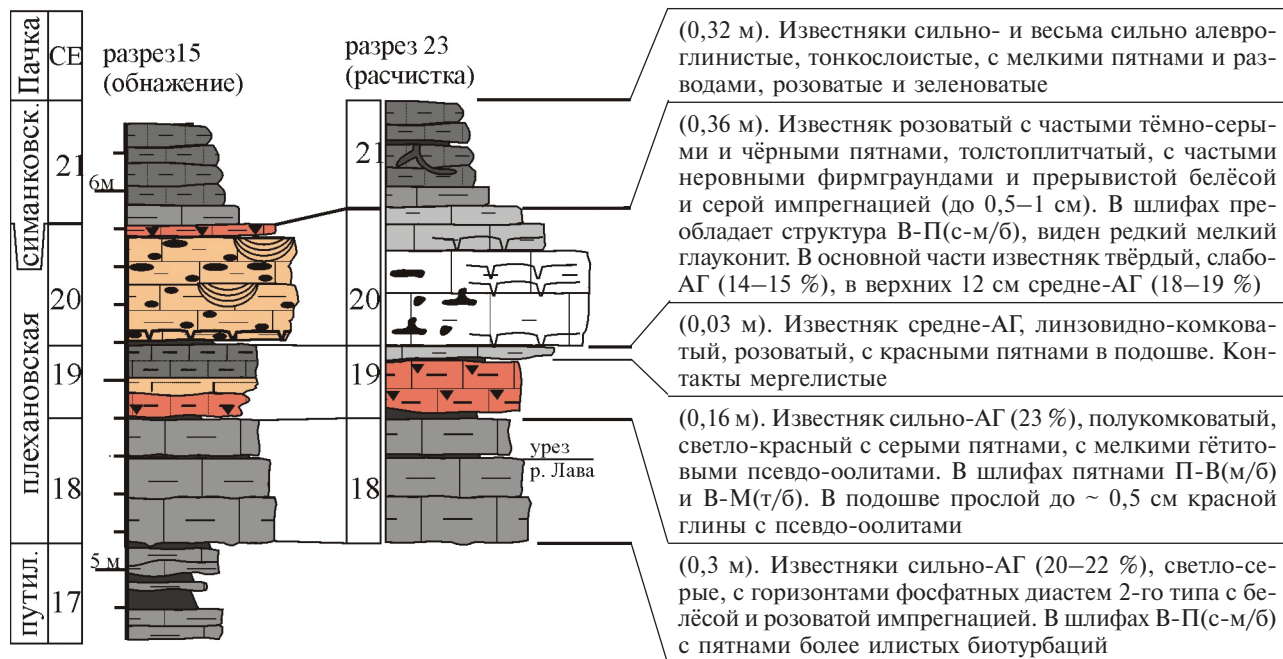


Рис. 5. Сопоставление разрезов плехановской пачки по р. Лава

изменений. Резкое затопление в кровле вокаской пачки фиксируется по быстрому (1 см) уменьшению размера гётитовых оолитов, смене мелких оолитов на псевдо-оолиты и исчезновению последних. Аналогичные, но более растянутые изменения наблюдаются в «чечевичных слоях» в сторону более глубоководных участков палеобассейна.

Поверхности перерыва kn-4 и kn-5. Прослеживаются в нижней части утриаской пачки по всей российской части глинта, kn-4 лежит в ~ 0,2 м над подошвой пачки, его облик меняется от сильно фосфатизированного составного хардграунда с глубокой коричневой импрегнацией (Широково) до серии из двух умеренно фосфатизированных фирмграундов с серой и белёсой импрегнацией (р. Лава). На отрезке глинта от Копорья до карьера Войбокало kn-5 лежит на высоте 0,55–0,6 м над подошвой пачки и представлен умеренно фосфатизированным фирмграундом или незрелым хардграундом с серой и белёсой импрегнацией. На реках Волхов и Лынна kn-5 расположен в 1,4 и 1,2 м над подошвой синхронных утриаской пачке отложений и представлен сильно расчлененным фирмграундом с коричневатой-серой импрегнацией.

Серия фирмграундов kn-6. Состоит из 2–3 неровных прерывистых поверхностей с тонкой (< 1 см) коричневатой-серой фосфатной импрегнацией, лежащих на расстоянии 2–3 см друг от друга. Ниже фирмграундов (2 см над подошвой SE-8) известняк насыщен остатками разнообразной раковинной фауны, местами образующими флаутстоун. Характерны отсортированные и вложенные друг в друга выпуклостью вниз пигидии трилобитов, стоящие «на ребре» плоские фоссилии (гастроподы, циртоцераконы наутилоидей, трилобиты), крупные мшанки и т. п. Серия фирмграундов и раковинный горизонт под ней прослеживаются по меньшей мере от р. Лава до р. Лынна.

Нижние и верхние «кости». Массивные известняковые плиты SE-10 и SE-14 мощностью по 0,25 см выделяются в обнажении высокой карбо-

натностью, твёрдостью и обилием ортоцераконов наутилоидей. Соответствуют регрессивным пикам с максимальной (для внутренней части кундаского горизонта) амплитудой. Их верхние части сложены «крупнокристаллическим» (из-за обилия биокластов иглокожих) пакстоуном-грейнстоуном, благодаря чему пласты имеют маркирующее значение на всём протяжении российского глинта [4]. В разрезах с массивной доломитизацией (р. Поповка и др.) их положение может быть установлено по экстремальным пикам карбонатности. Нижние «кости» на р. Волхов соответствуют «верхнему белому слою».

Граница путиловской и плехановской пачек. Одна из наиболее чётких пластовых поверхностей с резким изменением карбонатных литофаций (поверхность обмеления) разделяет тонкослоистую, с частыми глинистыми прослоями путиловскую пачку (ниже), и плотную, почти без глинистых прослоев плехановскую пачку (выше). Уверенно диагностируется на отрезке глинта от р. Волхов до карьера Путилово. Далее на запад прослой глины выклиниваются, однако уровень по-прежнему прослеживается как контакт глинистых (ниже) и сравнительно карбонатных (выше) известняков.

Граница плехановской и симанковской пачек. Интерпретируется как поверхность затопления, которая хорошо выражена в разрезах Лава-23 и р. Волхов как контакт высококарбонатных твёрдых и мергелеподобных известняков. На разрезе Лава-15 совпадает с кровлей «верхнего оолитового слоя». В карьере Путилово этот уровень проходит уже внутри последнего и делит его на две части – с крупными оолитами и массивной текстурой (ниже) и с псевдо-оолитами и тонкослоистой текстурой с прослоями глины (выше).

SE-28, SE-29 и поверхность перерыва as-1. Литологически контрастная пара SE-28 и SE-29 прослеживается повсеместно в разрезах российской части глинта, в том числе благодаря своим биостратиграфическим особенностям (см. ниже). SE-29 ограни-



Рис. 6. Послойное описание разреза Лава-23 симанковской пачки

чена сверху региональной поверхностью перерыва *as-1*, маркирующей границу кундаского и азериского горизонтов [2, 6, 9]. В разрезах карбонатного типа это хардграунд с пятнистой гётитовой и фосфатной (р. Сытке, карьер у д. Нижняя, скв. Лисино) или только фосфатной (Копорье) импрегнацией. В переходных и глинисто-карбонатных разрезах (р. Лава — р. Волхов) это прерывистый, сильно расчленённый фирмграунд с розово-коричневой фосфатной импрегнацией.

Биостратиграфия по трилобитам рода *Asaphus*. На Северо-Западе России биостратиграфия кундаского горизонта основана на азафидных трилобитах [2, 9]. В дополнение к уже известным данным охарактеризуем ряд опорных биостратиграфических уровней.

Хардграунд *kn-1* (нижняя граница кундаского горизонта). Маркирован сменой *Asaphus lepidurus* Nieszk. на *A. expansus* Wahlenberg, причём появление *A. expansus gracilis* Ivantsov и *A. expansus robustus* Ivantsov отмечается непосредственно над *kn-1* [9]. *Asaphus lamanskii* F. Schmidt на р. Лава и в карьере Путилово появляется, по нашим данным, на высоте 8 и 10 см. По-видимому, его отсутствие в подошве горизонта является региональной тенденцией, так как в детально исследованном разрезе нижней части $V_{III\alpha}$ на р. Лынна он также не найден [10].

Фирмграунд *kn-2*. В 2–3 см над этим уровнем *Asaphus expansus robustus* меняются на *A. e. deltifrons* и *Asaphus lamanskii* F. Schmidt на *A. acuminatus* Boeck, а также появляются *Illaenus incisus* Jaanusson.

Фирмграунд *kn-3*. В 7 см ниже этого уровня исчезают *A. e. deltifrons* и *Illaenus sarsi* Jaanusson, непосредственно под *kn-3* зафиксированы последние *A. acuminatus* и *Illaenus incisus* Jaanusson, непосредственно выше найден первый *Illaenus aduncus* Jaanusson. В 4–5 см выше найдены первые экземпляры *Asaphus raniceps* Dalman.

Граница утриаской и путиловской пачек. К этому уровню приурочено появление *A. knyrkoi* F. Schmidt (= *A. eichwaldi* var. *knyrkoi*), что позволяет провести здесь нижнюю границу подгоризонта $V_{III\gamma}$, первоначально определённого В. В. Ламанским как «горизонт» с *A. eichwaldi* [5]. Основная часть $SE-17$, по крайней мере на ладожском сегменте глинта, может быть выделена как слой с *A. knyrkoi*.

Граница слоёв с *A. knyrkoi* и слоёв с *A. minor*. Проводится по первому появлению *A. minor* на высоте 0,7 над подошвой путиловской пачки. На этом уровне или чуть выше исчезают *A. knyrkoi* F. Schmidt и (судя по данным [2] по р. Волхов) *A. striatus* Boeck.

Граница слоёв с *A. pachyophthalmus* и слоёв с *A. sulevi*. Это один из наиболее чётких биостратиграфических уровней в кундаском горизонте российской части глинта, проходящий внутри $SE-26$. Данные виды, вероятно, не пересекаются. Граница лучше всего отбивается в глинисто-карбонатных литофациях от р. Волхов до карьера Путилово; далее к западу, по мере роста карбонатности и конденсированности отложений, остатки *A. pachyophthalmus* и ранних *A. sulevi* становятся всё более редкими и фрагментированными (карьер у д. Нижняя).

Граница слоёв с *A. sulevi* и слоёв с *A. laevissimus*. Совпадает с границами $SE-28$ и $SE-29$, уверенно прослеживается по всему российскому сегменту глинта благодаря обилию остатков обоих видов-индексов.

Биостратиграфия по трилобитам рода *Illaenus*.

Параллельная схема расчленения может быть создана по трилобитам семейства *Illaenidae* со сходным темпом видообразования. На нашем материале в разрезах р. Лава могут быть выделены четыре слоя с илленидными трилобитами. В качестве видов-индексов выбраны формы с наиболее яркой морфологией.

Слой с *Illaenus sarsi* Jaanusson. Соответствуют основной части стратиграфического распространения вида. На российском глинте *Illaenus sarsi* появляется несколько позже, чем *Asaphus expansus* Wahlenberg и *A. lamanskii* F. Schmidt. В разрезах р. Лава первые остатки *I. sarsi* зафиксированы нами в 0,25 м над подошвой $V_{III\alpha}$; в базальных слоях $V_{III\alpha}$ на р. Лынна вид также отсутствует.

Слой с *Illaenus incisus* Jaanusson. Соответствуют интервалу стратиграфического распространения вида. В разрезе Лава-15 нижняя граница располагается в 2–3 см над поверхностью *kn-2*, в основной части продолжает встречаться *I. sarsi*. В разрезах Ладожского глинта *I. incisus* не обнаружен выше поверхности *kn-3* (карьер Путилово, реки Лава, Волхов, Лынна).

Слой с *Illaenus aduncus* Jaanusson. Соответствуют интервалу стратиграфического распространения вида (от $SE-4$ до $SE-20$). Первое появление *Illaenus aduncus* в разрезе Лава-15 зафиксировано непосредственно над фирмграундом *kn-3*, маркирующим подошву подгоризонта $V_{III\beta}$. Его остатки особенно многочисленны в верхах утриаской пачки ($SE-16$). Верхняя граница условно проводится по кровле $SE-20$, выше которого остатки данного вида не найдены.

Слой с *Illaenus laticlavus* Eichwald. Выделяются в объёме стратиграфического распространения вида от верхней половины $SE-23$ до $SE-26$. Благодаря узкому интервалу и сравнительной многочисленности *I. laticlavus* является маркером отложений с *Asaphus pachyophthalmus* и нижней части слоёв с *Asaphus sulevi*. Наиболее ранние *I. laticlavus* отмечены на р. Лава на высоте 0,52 м над подошвой $SE-23$, что в 0,2 м выше первых находок *Asaphus pachyophthalmus*. Выше кровли $SE-26$ остатки *I. laticlavus*, до этого многочисленные, нами не обнаружены ни на р. Лава, ни в разрезах глинисто-карбонатного (р. Волхов) и карбонатного (карьер у д. Нижняя) типов.

1. Методика событийной стратиграфии в обосновании корреляции региональных стратонов на примере нижнего ордовика Северо-Запада России / под ред. Т.Н. Корень. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1998. — 88 с.

2. 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.

3. Искюль Н.В., Кузнецов С.С. Геологический очерк долины реки Лавы. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. — 52 с. (Труды Геологического музея им. А.П. Карпинского, вып. 11).

4. Искюль Г.С. Следы штормовой седиментации в известняках кундаского горизонта (средний ордовик) Ленинградской области // Регион. геология и металлогения. 2013. № 56. — С. 12–20.

5. Ламанский В.В. Древнейшие слои силурийских отложений России. — СПб., 1905. — 230 с.

6. *Орвику К.К.* О литостратиграфии волховского и кундаского горизонтов Эстонии // Тр. Института геологии АН ЭССР. Т. V. – Таллин, 1960. – С. 45–77.
7. Решения Межведомственного регионального стратиграфического совещания по ордовику и силуру Восточно-Европейской платформы 1984 г. с региональными стратиграфическими схемами. – Л.: ВСЕГЕИ, 1987. – 115 с.
8. *Dunham, R.J.* Classification of carbonate rocks according to depositional texture // Ham W.E. Classification of carbonate rocks. Amer. Assoc. of Petroleum Geologists Memoir. 1962. 1. – P. 108–121.
9. *Ivantsov A.* The trilobites of subfamily Asaphinae of Baltic-Ladoga clint // Paleontological J. 2003. Vol. 37. Suppl. 3. – P. 231–336.
10. *Hansen T., Nielsen A.T.* Upper Arenig trilobite biostratigraphy and sea-level changes at Lynna River near Volkhov, Russia // Bull. of the Geol. Soc. of Denmark. 2003. Vol. 50. N 1. – P. 105–113.
-
1. The method of event stratigraphy in the justification of the regional stratigraphic correlation at the example of the Lower Ordovician of the Northwest Russia / Ed. T.N. Koren`. 1998. St. Petersburg. – 88 p.
2. *Ivantsov, A.Y., Mel'nikova, L.M.* The Volkhov and Kunda regional stages and characteristics of Ordovician trilobites and ostracods on the River Volkhov (Leningrad region) // Stratigraphy. Geological Correlation. 1998. Vol. 6. N 5. – P. 47–63. (In Russia).
3. *Iskyul, N.V., Kuznetsov, S.S.* Geological outline of the Lava River Valley. M.; L., 1962. – 52 p. (In Russia).
4. *Iskyul, G.S.* The storm sedimentation features in bioclastic packstone–greinstone beds of Kunda regional stage (Middle Ordovician), St. Petersburg region // Regional geology and metallogeny. 2013. N 56. – P. 12–20. (In Russia).
5. *Lamanskii, V.V.* The oldest layers of the Silurian deposits of Russia // Proc. of the Geol. Comm. The new series. St. Petersburg. 1905. – 230 p. (In Russia).
6. *Orviku, K.K.* About litostratigraphy of the Volkhov and Kunda regional stages in the Estonia // Proc. Inst. Geol. Est. Acad. of Sci. Vol. 1960. – P. 45–77. (In Russia).
7. The results of the Inter-ministerial regional stratigraphic meeting on the Ordovician and Silurian of the East European platform in. Leningrad, 1987. – 115 p. (In Russia).
8. *Dunham, R.J.* Classification of carbonate rocks according to depositional texture // Ham W.E. Classification of carbonate rocks. Amer. Assoc. of Petroleum Geologists Memoir. 1962. 1. – P. 108–121.
9. *Ivantsov, A.* The trilobites of subfamily Asaphinae of Baltic-Ladoga clint // Paleontological J. Vol. 37. Suppl. 3. 2003. – P. 231–336.
10. *Hansen, T., Nielsen, A. T.* Upper Arenig trilobite biostratigraphy and sea-level changes at Lynna River near Volkhov, Russia // Bull. of the Geol. Soc. of Denmark. Vol. 50. N 1. 2003. – P. 105–113.

Искюль Георгий Сергеевич – ст. науч. сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, 199106, Россия. <geo-iskyul@yandex.ru>

Iskyul Georgy Sergeevitch – Senior Researcher, A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74, Sredny prospect, St. Petersburg, 199106, Russia. <geo-iskyul@yandex.ru>