

УДК 552.51

## КОНТИНЕНТАЛЬНЫЙ ГЕНЕЗИС ПЕСКОВ НОВОЛУЦКОЙ ПАЧКИ САБЛИНСКОЙ СВИТЫ СРЕДНЕГО КЕМБРИЯ (СЕВЕРО-ЗАПАД МОСКОВСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ)

© 2023 г. М. В. Платонов<sup>а</sup>, \*, М. А. Тугарова<sup>б</sup>, \*\*

<sup>а</sup>Санкт-Петербургский государственный университет,  
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия

<sup>б</sup>ООО “Газпромнефть НТЦ”,  
наб. реки Мойки, 75–79, литер Д, Санкт-Петербург, 190000 Россия

\*e-mail: m.platonov@spbu.ru

\*\*e-mail: tugarova.ma@gazpromneft-ntc.ru

Поступила в редакцию 13.10.2022 г.

После доработки 27.01.2023 г.

Принята к публикации 06.03.2023 г.

Несмотря на высокую изученность кембро-ордовикской песчаной толщи северо-западного крыла Московской синеклизы до сих пор остаются слабо исследованные в той или иной степени ее подразделения. В статье впервые приводится комплексный литологический анализ текстурного и вещественно-структурного состава песков новолуцкой пачки, распространенной на западе Ленинградской области. Эта пачка условно относится к саблинской свите среднего кембрия. Показаны существенные отличия изученных песков от песков других подразделений свиты и найдены их аналоги в восточных разрезах Балтийско-Ладожского глинта. Линзовидное залегание, специфический текстурный комплекс и крупно-среднезернистый состав песков новолуцкой пачки позволил доказательно установить их континентальный аллювиальный генезис и увязать их с близкими обстановками образования для песков выделенной ранее путиловской пачки верхнесаблинской подсвиты саблинской свиты.

**Ключевые слова:** кембро-ордовикская песчаная толща, пески и песчаники, текстуры, слоистость, гранулометрия, обстановки осадконакопления.

**DOI:** 10.31857/S0024497X23700131, **EDN:** VSEYJA

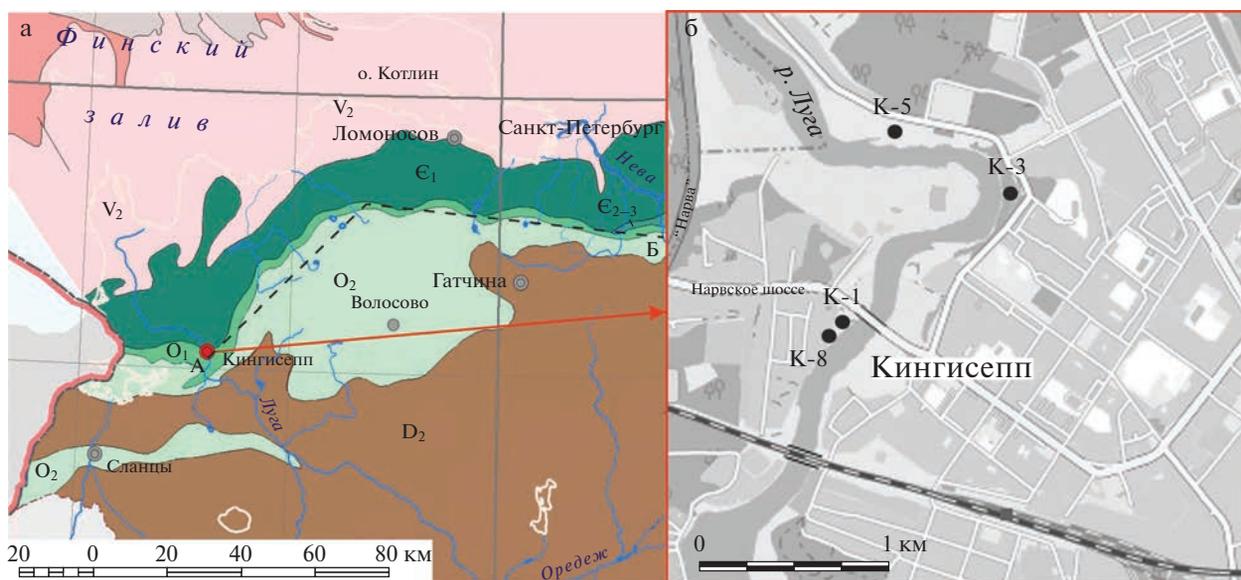
Кембро-ордовикская терригенная (преимущественно песчаная) толща ( $C_1-O_1$ ) северо-западного крыла Московской синеклизы, выходящая на дневную поверхность и имеющая многочисленные обнажения и искусственные выработки вдоль Балтийско-Ладожского глинта в Ленинградской области (рис. 1а), привлекает внимание исследователей на протяжении последних двух столетий. К концу двадцатого века появилась детальная и обоснованная схема стратиграфического расчленения терригенных отложений кембрия и ордовика для северо-западного крыла Московской синеклизы в основном благодаря работам Л.Е. Попова и К.К. Хазановича и др. [Попов и др., 1989].

Упомянутыми авторами в 1985 г. помимо прочих была выделена новолуцкая пачка, условно отнесенная к саблинской свите среднего кембрия. Ее отложения прослеживаются только на западе Ленинградской области в естественных выходах в долине реки Луга, залегают они в виде врезов и не

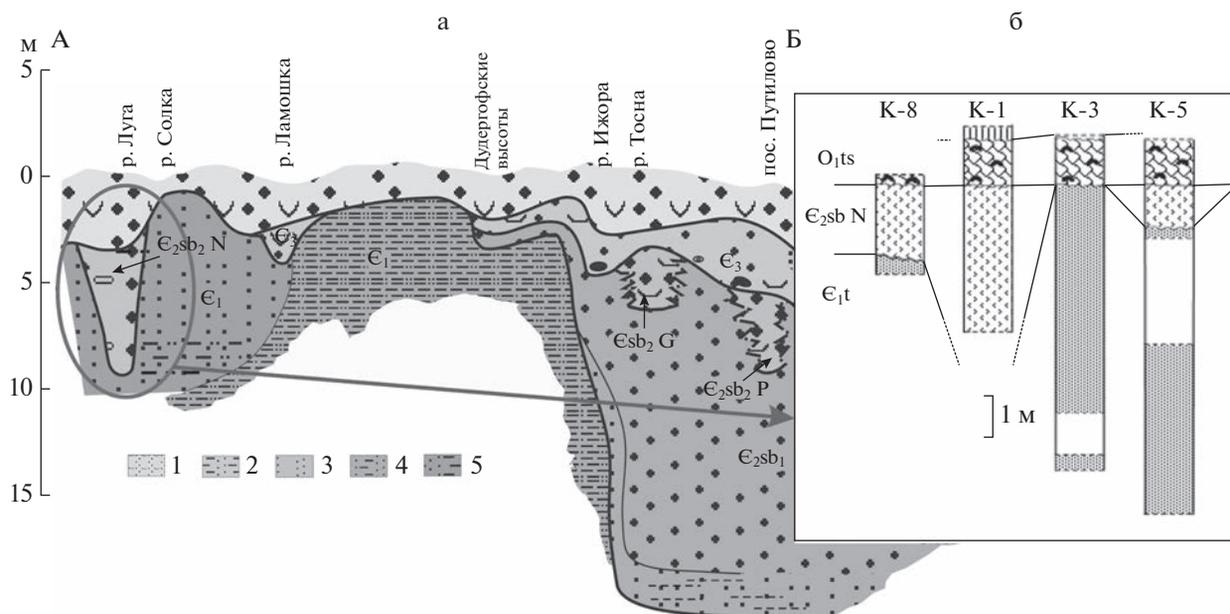
связаны с основным телом саблинских песков (рис. 2). Эти породы обладают специфическими характеристиками, резко отличающимися их от других отложений свиты, распространенных к востоку от Дудергофских высот. Детальные литологические исследования, проведенные нами в конце 2000-х гг., в том числе для песков и песчаников новолуцкой пачки позволили охарактеризовать их состав, уточнить генетический тип и расширить представления об условиях и механизме образования.

### ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Всего было изучено три основных и, по сути, единственных естественных выхода, расположенных в левом и правом борту р. Луга и отобрано 52 образца песков и песчаников и один образец глины (см. рис. 1б, 2б).



**Рис. 1.** Карта-схема геологического строения западной части Ленинградской области вдоль Балтийско-Ладожского глинта, по [Геологическая ..., 2022] (а); схема расположений обнажений в долине р. Луга (б). А–Б – линия разреза (см. рис. 2).



**Рис. 2.** Положение новолуцкой пачки в разрезе кембро-ордовикской терригенной толщи вдоль Балтийско-Ладожского глинта от р. Луга на западе до пос. Путилово в центральной части Ленинградской области по линии А–Б (см. рис. 1), по [Попов и др., 1989] с изменениями и добавлениями (а) и в обнажениях по р. Луга (б). 1 –  $O_1$ , пески и песчаники с детритом оболит, аргиллиты, глины; 2 –  $E_3$ , пески и песчаники с оболитами; 3 – саблинская свита,  $E_2sb_2$  – верхняя подсвита, пачки песков и песчаников с оболитами и без: G – гертовская, P – путиловская, N – новолуцкая; 4 –  $E_2sb_1$ , нижняя подсвита, пески и песчаники; 5 –  $E_1$ , пески и песчаники, глины.

Первый выход (обн. К-5) располагается в правом берегу р. Луга в береговом обрыве и продолжается в овраге. Видимо, это один из тех выходов, которые были описаны более ранними исследованиями [Попов и др., 1989]. Примерно в этом

месте ими был выделен стратотип новолуцкой пачки мощностью 4.5–4.7 м, в настоящее время, к сожалению, недоступный. Мощность описанного нами в этом месте разреза новолуцких песков составляет 1.25 м, состоит она из пяти слоев

мощностью от 15 до 56 см, текстурные особенности не различимы. Главное, обнаруженное ранее и подтвержденное нами — это линзовидный характер залегания пачки, выклинивающейся на протяжении сотен метров.

Второй из них, известный со времен работ Л.Б. Рухина [Рухин, 1939], расположен на левом берегу р. Луга в 100 м выше автомобильного моста в г. Кингесепп (обн. К-1), где видимая мощность новолуцкой толщи составляет 6.25 м, что, по всей видимости, близко к максимальному значению. Обнажение, заплывшее и осыпавшееся, с полностью стертными текстурными особенностями. Подошва новолуцкой пачки скрыта под осыпью, по границам напластования подразделяется на 11 слоев мощностью от 30 до 70 см.

Третий естественный выход располагается в 150 м выше по реке на том же берегу и был вскрыт в середине 2000-х гг. оползнем и ранее не был доступен для наблюдения. На момент изучения выход представлял собой свежее обнажение размером 2 на 4 м с контрастно проявленными слоями, границами и текстурами (обн. К-8) (рис. 3). Мощность пачки здесь сокращается до 2.7 м и залегает она на наклонной эрозионной поверхности (азимут падения северо-восток, вниз по течению реки) песков и песчаников тискреской свиты нижнего кембрия.

Из лабораторных исследований, проведенных для данного разреза следует отметить петрографический (10 шлифов), гранулометрический (ситовой 19-ти фракционный (50 образцов) и гидравлический седиментационный (10 образцов) анализы, которые были проведены в лаборатории литологических исследований кафедры литологии и морской геологии СПбГУ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### *Строение и текстуры*

Локальное, в виде врезов, распространение новолуцкой пачки было выявлено, как уже было сказано, еще работами Л.Е. Попова и К.К. Хазановича и др. [Попов и др., 1989]. Учитывая направление сокращения мощности пачки, азимут наклона эрозионной поверхности, приведенных в предыдущем разделе, отсутствие новолуцких песков в обнажение в 300 м ниже по течению от автомобильного моста на противоположном берегу, можно предположить, что р. Луга пересекает данный палеоврез в перпендикулярном направлении, что делает возможным оценить его ширину в 400 м и глубину в 7–10 м в стрелневой части.

Текстуры новолуцкой пачки резко отличаются от текстур других подразделений саблинской свиты — они не являются типичными косослойчатыми. По текстурным особенностям пачку можно разделить на четыре комплекса (см. рис. 3).

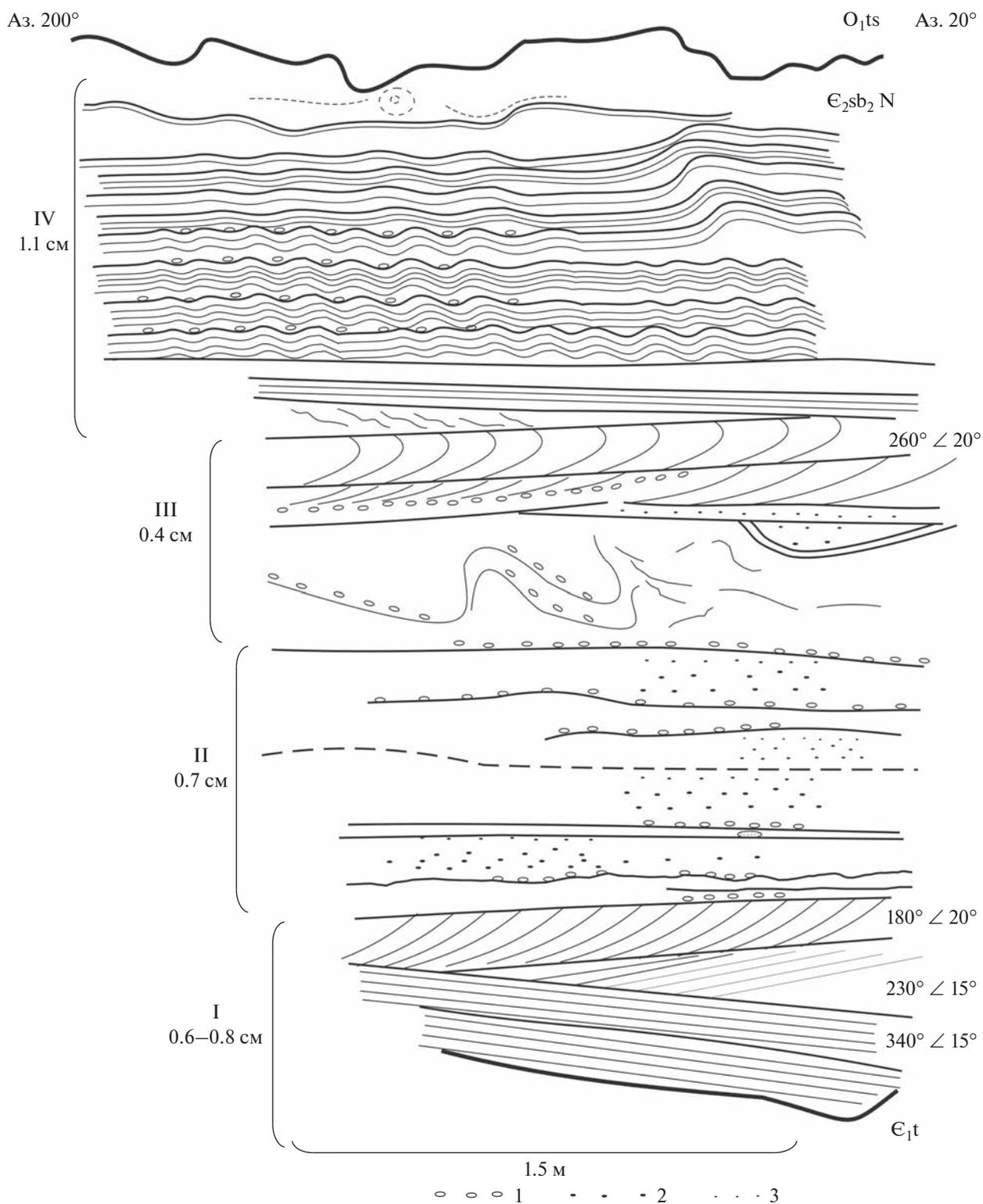
Первый комплекс мощностью 60–80 см залегает в основании пачки на наклонной эрозионной поверхности тискреской свиты. Первые два слоя мощностью 20 и 23 см имеют горизонтальную слоистость, а слоевые швы и слойки параллельны нижнему контакту и имеют падение с азимутом 330°. Следующие два слоя представляют собой косые серии максимальной мощностью 14 и 18 см с падением слоев в направлении под углом к наклону эрозионной поверхности и, соответственно, кровли нижних слоев.

Второй комплекс, имеющий мощность 70 см, состоит из серии слоев различной мощности (2–17 см), четко разделенных между собой благодаря резкому укрупнению состава песков к основанию каждого слоя, что позволяет отнести данный вид текстур к градиционной слоистости.

Третий состоит из чередования слоев мощностью 40 см, имеющих как горизонтальные, так и вогнутые границы. Главной особенностью пород этого участка является наличие деформированных косослойчатых текстур (рис. 4), между которыми располагаются нормальные маломощные (3 и 6.5 см) косые серии. Деформации, видимо, имеют седиментационный характер и связаны с разрушением песчаных гряд при увеличении скорости потока выше критической величины существования грядного режима. Направления падения косых слоев близки между собой и схожи с таковыми первого комплекса.

Четвертый комплекс мощностью 1.1 м состоит из нескольких слоев по 10 см каждый, которые характеризуются горизонтальными и слабоволнистыми слоевыми швами и слойками. К основанию каждого слоя приурочен прослой толщиной в 1–2 зерна более грубого материала.

Непростая текстурная картина новолуцкой пачки осложняет реконструкцию палеогеографической обстановки накопления песчаников. Однако, с уверенностью можно говорить о динамических режимах высокой интенсивности, превосходящих гидродинамическую энергию обстановок осадконакопления других подразделений кембро-ордовикской толщи. На наш взгляд, динамика формирования новолуцкой пачки соответствует режиму продольной эрозии при скоростях потока выше предельных для донногрядного режима, при которых происходит разрушение аккумулятивных форм и массовое влечение наносов [Кутырев, 1968; Шванов, 1969]. При таком режиме формируются горизонтально слоистые грубые пески (текстурный комплекс I), но все же возможно захоронение и косослойчатых, но с деформациями косых слоев, особенно в областях разгрузки потоков (текстурный комплекс II). О высоких скоростях течений, а также быстром, краткосрочном захоронении осадков свидетельствует и градиционная слоистость, наблюдаемая особенно



**Рис. 3.** Последовательная смена по разрезу текстур новолуцкой пачки саблинской свиты (обн. К-8).

I, II, III, IV – номера комплексов текстур.

1 – гравийные зерна; 2 – грубопесчаные зерна; 3 – средне-крупнопесчаные зерна.

$E_{1t}$  – тискреская свита нижнего кембрия,  $E_{2sb_2 N}$  – новолуцкая пачка верхнесаблинской подсвиты среднего кембрия,  $O_{1ts}$  – тосненская свита нижнего ордовика; Az. 200°, 20° – азимуты ориентировки обнажения; 230°/15° – азимут и угол падения слоистости.



Рис. 4. Деформированные косослойчатые текстуры третьего текстурного комплекса.

отчетливо во втором комплексе. Формирование песчаников четвертого комплекса происходило в менее динамичных условиях, но, вероятно, имеет похожую природу — частичное выпадение из градиционной суспензии, где волнистые слоевые швы являются результатом эрозии дна, либо формирования знаков ряби в промежутках между отложением двух соседних слоев.

Данные по азимутам падения слойчатости и эрозионных поверхностей немногочисленны, но предположительно указывают на западное—юго-западное направление палеотечения и, соответственно, аналогичную ориентировку оси трюга.

*Гранулометрический состав*

Пески и песчаники новолуцкой пачки являются самыми грубозернистыми среди кембрийских, а, возможно, и ордовикских песчаных пород Ленинградской области и сопредельных территорий. По составу они относятся к среднезернистым, а также крупно-среднезернистым, мелко-среднезернистым и их вариациям. При этом размер зерен песков изменяется и по разрезу, и по латерали, что хорошо проявлено в двух близко расположенных выходах, отстоящих друг от друга всего на 150 м. Для наглядности можно привести график изменения медианных размеров песков по разрезу в этих двух обнажениях (рис. 5). Для более мощной толщи песков среднее медианное значение размеров составляет 0.24 мм, для меньшей по мощности 0.31 мм. Приведенные графики пока-

зывают скачкообразные, флуктуационные изменения гранулометрического состава песков от слоя к слою и от слойка к слойку, которые в пределах всей толщи имеют тенденцию уменьшения размеров зерен к кровле. Такое обстоятельство характерно в целом для всех песчаников кембрийско-ордовикской терригенной толщи [Платонов и др., 2005], формирование смежных слоев в которых происходило при отличающихся скоростях водных потоков, меняющихся пульсационно в соответствии с локально перестраивающимся рельефом песчаного дна и как следствие свойствами самого потока.

Обращает на себя внимание поведение медианного размера зерен по разрезу в обнажение К-8 (рис. 6а), изменение которого соответствует выделенным ранее текстурным комплексам и в целом согласуется с ними. Похожим образом колеблется и сортированность, а также общий гранулометрический состав, показанный на характерных кривых распределения (см. рис. 6).

На основании анализа кривых распределения было выделено 4 гранулометрических типа отложений, согласующихся с текстурными комплексами. Отложения первого комплекса характеризуются мелко-среднезернистым и мелко-крупно-среднезернистым составом, хорошей и умеренной сортированностью ( $V_{ar} = 0.39–0.68$ ) и имеют как правило бимодальное распределение зерен по шкале размерностей с преобладающей модой в области размеров 0.28–0.34 мм и дополнительной 0.12–0.14, с наличием так называемого “хвоста”

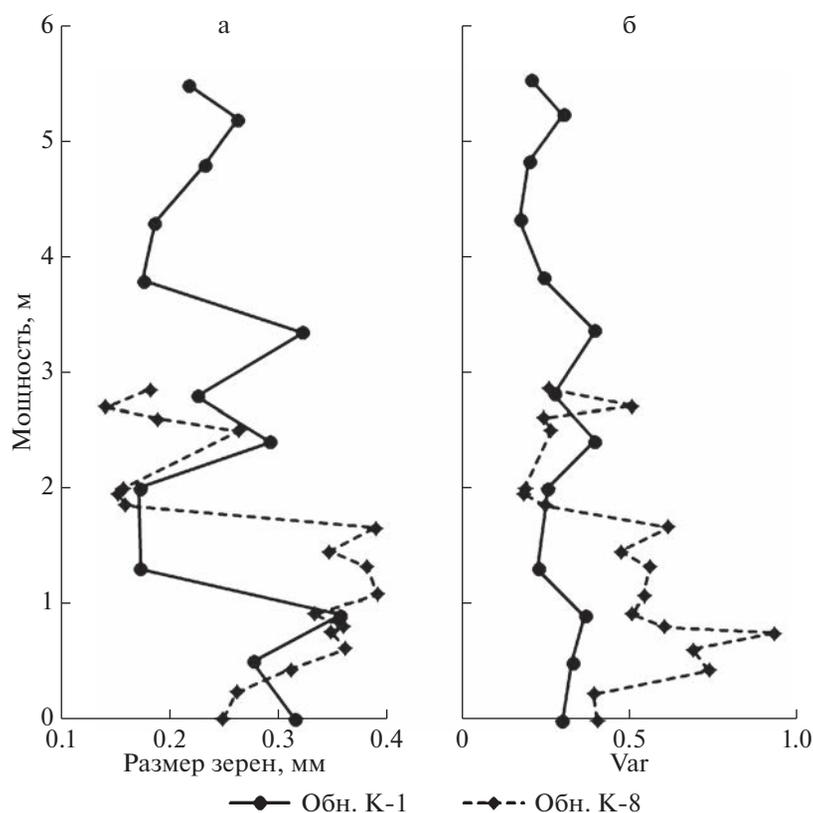


Рис. 5. Изменение медианных размеров зерен (а) и сортированности (Var) (б) песков по разрезу новолуцкой пачки.

крупно-грубозернистых фракций, при котором наличие зерен более 1 мм составляет до 4%, а 1% квантиль – почти всегда больше 2 мм (см. рис. 6а). Отложения второго и третьего комплексов являются самыми крупными и наименее сортированными в разрезе со значениями медианы до 0.48 мм и коэффициента вариации до 1.11 в отдельных образцах, но в целом не выходящими за пределы структурного класса крупно-среднезернистых. Пески второго комплекса, как правило, также бимодальны (см. рис. 6б) с основной модой 0.33–0.38 мм и дополнительной 0.11–0.14 мм, которая в половине случаев сокращается до 2–3%. Грубозернистые “хвосты” характерны только для песков основания данного комплекса. Осадки третьего – в половине образцов имеют бимодальное распределение с равнозначными модами в интервале размеров 0.32–0.43 и 0.12–0.19 мм, последняя может сокращаться до 3–5% (см. рис. 6в). Песчаные породы четвертого текстурного комплекса – самые мелкие и сортированные, являются мелко- и средне-мелкозернистыми, весьма и хорошо сортированными (Var = 0.18–0.50), что определяет одноmodalность их кривых распределения с колебаниями модальных размеров от 0.14 до 0.17 мм (см. рис. 6г).

Бимодальность и в некоторых случаях полиmodalность кривых распределения показывает,

вероятно, перемещение песчаного материала в потоке двумя или даже тремя способами: более крупные модальные фракции передвигались волочением и перекачиванием, занимающие среднее положение на кривых распределения (основные) – сальтацией и самые мелкие – во взвешенном состоянии. Такие структуры формируются при высоко турбулентных однонаправленных скоростных потоках большой мощности, перемещающие огромное количество материала [Котельников, 1989]. Кроме того, в разное время захоронения осадков свиты преобладали разные механизмы переноса вещества в зависимости от режима и стадии развития потока. Для подтверждения этого положения мы использовали диаграмму Р. Пассега [Passega, Вугамjee, 1969] (рис. 7), положительный опыт применения которой для решения генетических задач был подтвержден С.И. Романовским [Романовский, 1977]. Показательно, что точки составов образуют три обособленных поля, которые соответствуют выделенным ранее текстурным комплексам. В поле I попали точки состава песков первого текстурного комплекса. Значения медианы и 1%-ой квантили указывают, по представлениям Р. Пассега [Passega, Вугамjee, 1969], на преобладающий тип переноса качением. Поля II, III охватывают точки, принадлежащие пескам второго и третьего текстурных комплексов и отвеча-

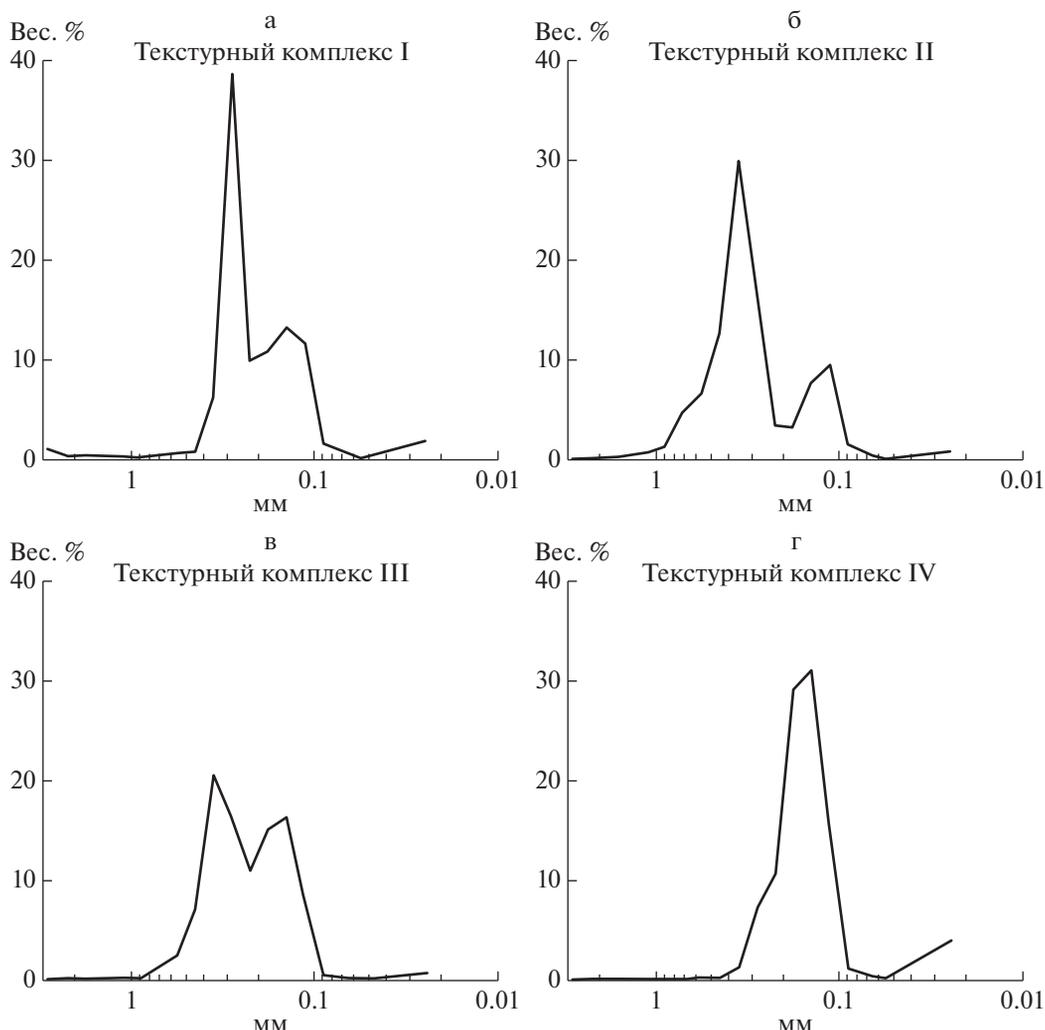


Рис. 6. Характерные ЭПР песков разных текстурных комплексов.

ющие переносу в виде донной суспензии и качением. В поле IV попадают точки структурного состава осадков четвертого текстурного комплекса, формирующиеся посредством градиционной суспензии. Сравнительный анализ и интерпретация данных гранулометрии подтверждают стадийное развитие процесса формирования песков новолуцкой свиты, выраженной в закономерном изменении вещественных признаков песчаных отложений сначала с небольшим ростом, а затем с уменьшением динамической нагрузки вверх по разрезу.

*Седиментационный анализ*

Основными модальными классами гидравлической крупности песчаных осадков изучаемой пачки являются интервал 5–6.5 см/с, дополнительными – 9.5–10, 14–14.5 и 3.5–4.5 см/с концен-

трациями материала в основных модах до 30%. Скорость осаждения более 80% вещества – более 3–4 см/с. Первая критическая скорость – не менее 20 см/с.

Асимметрия ЭПР осадков этого режима показывает преобладающее накопление крупных фракций и, по-видимому, переход во взвешенное состояние более мелких [Методические указания ..., 1989]. Накопление осадков подобного типа может происходить при одновременном перемещении по дну частиц большей гидравлической крупности (9–14.5 см/с) и сальтационном перемещении более мелких (5–6.5 см/с) с их преобладающей аккумуляцией при вымывании и переходе во взвесь мелко-тонкозернистых фракций. В целом осадки этого динамического режима формируются при высоких потоковых скоростях с преобладающей аккумуляцией крупнозернистых песчаных фракций.

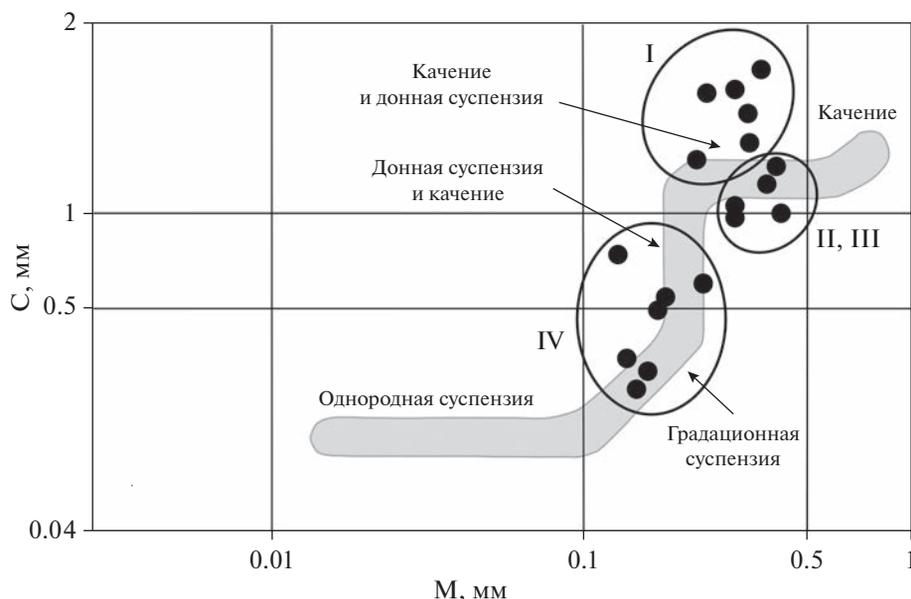


Рис. 7. Распределение составов песков разных текстурных комплексов, нанесенные на диаграмму Пассеги (медианный размер М – 1% квантиль С), по [Passegа, Вугатјее, 1969] с изменениями.

### Петрографический состав

Главным и практически единственным породообразующим минералом обломочной части изучаемых пород является кварц, содержание которого достигает 95–98%. Остальные минералы встречаются редко и представлены калиевыми полевыми шпатами (до 5%) и зернами кварцитов (около 1%). Утверждение Л.Е. Попова и К.К. Хазановича [Попов и др., 1989] о содержании полевых шпатов в количестве 15% нами не подтверждено. Пески не имеют цемента. Окатанность зерен средняя (для размера 0.3 мм), балл окатанности – 2 по визуальной шкале [Шванов, 1969].

Состав аксессуарных минералов (тяжелой фракции) довольно беден и стабилен и в общем схож с таковым для других стратиграфических подразделений кембрия и ордовика. Основными минералами являются ильменит (лейкоксен) и циркон с небольшими вариациями содержаний в разных размерных фракциях, а также турмалин, рутил, эпидот, ставролит.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Формирование песков новолуцкой пачки носило стадийный или событийный характер, нашедший вещественные отражения в строении, выделенных текстурных комплексах и распределении гранулометрического состава. В начале отложения песков, при высоко динамичных режимах, перенос частиц осуществлялся практически только перекачиванием по дну в виде массового влечения наносов, так называемая вторая гладкая

стадия [Шванов, 1969], на что, кстати, указывает асимметричное бимодальное распределение песков по размерным фракциям и горизонтальная слойчатость. Затем, постепенно режим перемещения осадков перестроился, оставаясь высоко динамичным, а перенос происходил как качением, так и в суспензии у дна (сальтацией). Поэтому в текстурных комплексах II и III мы наблюдаем появление равномерных бимодальных распределений частиц по размерам и деформированную косвенную слойчатость, отражающую критические разрушающие скорости (2–5 скорости срыва [Шванов, 1969]) потока для существования песчаных гряд. Скорости потока могли составлять, исходя из данных седиментационного анализа, не менее 100 см/с. Аналогичные данные можно получить из диаграммы Рубина и Маккалоха [Rubin, McCulloch, 1980] для второй гладкой стадии (“upper flat bed”) равные 100–200 см/с. И наконец, в окончательной стадии накопления песков (текстурный комплекс IV) осадки перемещались в более спокойных, но, тем не менее динамичных условиях в виде донной градационной, а может и однородной суспензии, существование которой возможно в однонаправленном потоке, о чем свидетельствуют наличие крупных зерен в основании слойков и одномодальный характер распределения размеров зерен по шкале размерностей. Вероятно, мы можем говорить о сверхплотном потоке, занимающем промежуточное положение между преимущественно ламинарным концентрированным потоком (CF) и турбулентным, нагруженным осадками (SLTF), поскольку в отложениях новолуцкой пачки присутствуют структурно-текстурные

признаки и того и другого [Zavala, 2020; Zavala, Pan, 2018].

## ВЫВОДЫ

Результаты исследований и их интерпретация подтверждают аллювиальный, возможно, пролювиальный, но по крайней мере однонаправленный потоковый генезис песков новолуцкой пачки, имеющих строение и вещественные особенности, характерные для аллювиального цикла [Шанцер, 1966; Шванов, 1969]. Довольно интенсивный режим, овеществленный в породах обн. К-8, соответствует, видимо, стречневому, русловым и прирусловым фациям. Направление палеопотока по современной экспозиции вреза, по азимутам наклонов борта трога и косых слойков можно определить как западное—юго-западное.

Пески основного тела саблинской свиты к востоку от Дудергофских высот образовывались в прибрежно-морских обстановках [Берто (Guy Berthault) и др., 2011; Кулямин, Смирнов, 1973; Платонов, Тугарова, 2008], и до последнего времени каких-либо других выявлено не было. Недавно нами было показано, что подобные континентальные или переходные обстановки локально существуют и восточнее, а именно для выделенной ранее авторами [Платонов, Тугарова, 2019] путиловской пачки верхнесаблинской подсвиты саблинской свиты (см. рис. 2а). Поэтому новолуцкие пески теперь более доказательно можно относить к саблинской свите, так как в ее основном теле установлены близкие фации осадков.

Подстилающие отложения тискреской свиты нижнего кембрия не могли являться непосредственным источником материала, так как размер зерен этих песков значительно меньше, кроме того, в них был обнаружен глауконит. Их более прибрежные или континентальные фациальные аналоги вполне могли бы являться таковыми, но без сомнения не кристаллические породы, поскольку пески новолуцкой пачки довольно зрелые. Тискреские пески были рыхлым субстратом, по которым развивались аллювиально-пролювиальные врезы в условиях приморской низменности отступившего моря.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Берто (Guy Berthault) Г., Лаломов А.В., Тугарова М.А.* Реконструкция палеодинамических условий формирования кембро-ордовикских песчаников северо-запада Русской платформы // Литология и полез. ископаемые. 2011. № 1. С. 67–78.

Геологическая карта дочетвертичных образований. Масштаб 1 : 2000000. Ленинградская область. Северо-западный федеральный округ / [Электронный ресурс]. СПб.: ВСЕГЕИ, ГИС-Атлас “Недра России”, 2022.

URL: [https://vsegei.ru/ru/info/gisatlas/szfo/leningradskaya\\_obl/geol.jpg](https://vsegei.ru/ru/info/gisatlas/szfo/leningradskaya_obl/geol.jpg) (дата обращения: 07.10.2022).

*Котельников Б.Н.* Реконструкция генезиса песков. Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. 132 с.

*Кулямин Л.Л., Смирнов Л.С.* Приливно-отливные циклы осадконакопления в кембро-ордовикских песках Прибалтики // Докл. АН СССР. Сер. геол. 1973. Т. 212. № 1–3. С. 696–699.

*Кутырев Э.И.* Условия образования и интерпретация косоугольной слоистости. Л.: Недра, 1968. 128 с.

Методические указания по подробному гранулометрическому анализу седиментационным способом (с применением гидравлического седиментатора ГС-1) / Отв. ред. К.К. Гостинцев. Л.: ВНИГРИ, 1989. 181 с.

*Платонов М.В., Тугарова М.А.* Континентальные и переходные обстановки осадконакопления среднего кембрия северо-западного крыла Московской синеклизы // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности // Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Оренбург, 18–20 ноября 2019 г. Оренбург: ИП “Востриков К “Полиарт”, 2019. С. 54–59.

*Платонов М.В., Тугарова М.А., Лаломов А.В.* Ритмичное строение и пульсационный динамический режим осадконакопления нижнепалеозойских песчаников Ленинградской области // VII Международная конференция “Новые идеи в науках о Земле” // Материалы докладов. Т. 1. М.: КДУ, 2005. 147 с.

*Платонов М.В., Тугарова М.А.* Текстуальный анализ песчаников среднего кембрия Ленинградской области и фациально-динамические аспекты их формирования // Литология и геология горючих ископаемых // Межвузовский научный тематический сборник. Т. II (18). Екатеринбург: Уральский государственный университет, 2008. С. 96–105.

*Попов Л.Е., Хазанович К.К., Боровко Н.Г., Сергеева С.П., Соболевская Р.Ф.* Опорные разрезы и стратиграфия кембро-ордовикской фосфоритоносной оболочкой толщи на северо-западе Русской платформы. Л.: Наука, 1989. 222 с.

*Романовский С.И.* Седиментологические основы литологии. Л.: Недра, 1977. 408 с.

*Рухин Л.Б.* Кембро-силурийская песчаная толща Ленинградской области // Ученые записки ЛГУ. Серия геолого-почвенных наук. 1939. Вып. 4(11). Л.: Изд-во ЛГУ, 1939. 171 с.

*Шанцер Е.В.* Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований // Труды АН СССР. Вып. 161. М.: Наука, 1966. 241 с.

*Шванов В.Н.* Песчаные породы и методы их изучения. Л.: Недра, 1969. 248 с.

*Passega R., Byramjee R.* Grain-size image of clastic deposits // Sedimentology. 1969. V. 13. P. 233–252.

*Rubin D.M., McCulloch D.S.* Single and Superposed Bed Forms: A Synthesis of San Francisco Bay and Flume Observations // J. Sediment. Petrol. 1980. V. 26. P. 207–231.

*Zavala C.* Hyperpycnal flows and deposits // J. of Palaeogeography. 2020. V. 9. Article number 17. P. 1–21.

*Zavala C., Pan S.X.* Hyperpycnal flows and hyperpycnites. Origin and distinctive characteristics // Lithologic Reservoirs. 2018. V. 30. № 1. P. 1–27.

## Continental Genesis of Sands of the Novolutsk Member, Sablinskaya Formation of the Middle Cambrian (Northwestern Flank of the Moscow Syncline)

M. V. Platonov<sup>1, \*</sup>, M. A. Tugarova<sup>2, \*\*</sup>

<sup>1</sup>St. Petersburg State University, Universitetskaya emb., 7/9, St. Petersburg, 199034 Russia

<sup>2</sup>LLC "Gazpromneft STC", river Moika emb., 75–79, liter D, St. Petersburg, 190000 Russia

\*e-mail: m.platonov@spbu.ru

\*\*e-mail: tugarova.ma@gazpromneft-ntc.ru

Despite the high degree of knowledge about Cambrian-Ordovician sandy sequence in the northwestern flank of the Moscow syncline, some of its subdivisions are still poorly studied. For the first time the article provides a comprehensive lithological analysis of the textural and mineral-structural composition of the Novolutsk member sands, common in the west of the Leningrad region. This member conventionally belongs to the Sablinskaya Formation of the Middle Cambrian. Significant differences between the studied sands and the sands of other units of the formation are shown, and their analogues are found in the eastern sections of the Baltic-Ladoga glint. The lenticular occurrence, specific textural complex and coarse-medium-grained composition of the Novolutsk unit sands made it possible to prove their continental alluvial genesis and link them with the sedimentary environments of the earlier identified Putilovskaya member sands of the Sablinskaya Formation.

*Keywords:* Cambrian-Ordovician sandstone sequence, sands and sandstones, textures, layering, granulometry, sedimentation environments.