

ТИЛЛИТЫ ВБЛИЗИ ОСНОВАНИЯ СТРАТОТИПИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА ТАСЕЕВСКОЙ СЕРИИ ВЕНДА (*Сибирская платформа*)

Ю.К. Советов

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия*

*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,
630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия*

В непосредственной близости от стратотипического разреза нижней части тасеевской серии венда на р. Тасеева обнаружены диамиктиты, залегающие в виде отдельных изолированных линз со структурным несогласием на киргитейской свите верхнего рифея. Анализ геологических и литологических данных показал, что диамиктиты, выделенные в шишинскую пачку с видимой мощностью в первые метры, имеют признаки ледниковых отложений. Эти признаки включают базальное положение шишинской пачки; глинисто-алевролитовый матрикс с доломитовым песком, гравием и крупными камнями; однородный состав крупных камней, сложенных доломитом; крайнюю степень неотсортированности камней (от мелкого гравия до валунов в диаметре более 0.5 м); специфическую ледниковую обработку обломочного материала. К прямым признакам ледникового происхождения диамиктитов относятся уютно- и пулевидная граненая формы камней, с выпуклой верхней поверхностью, плоским низом и крутосрезанным тылом, кластеры камней, доседиментационные кливаж, трещины, царапины и штриховка на гранях, а также отсутствие следов хрупких деформаций в матриксе. Шишинская пачка не имеет генетической связи с подстилающей киргитейской свитой и сопоставляется по седиментологическим признакам с базальной уляхской пачкой тиллитов в основании вендской марнинской свиты оселковой серии Присаянья. Источником камней в шишинской пачке могли быть доломиты джурской свиты верхнего рифея, обнаженные в 4 км ниже по течению р. Тасеева. Нижнее подразделение тасеевской свиты (алешинская свита) имеет признаки гляциофлювиального происхождения, к которым относятся макроформы песчано-гравийных речных баров и русел-каналов с косою слоистостью; силикокластический несортированный песчано-гравийный материал со слоями конгломератов; песчано-гравийные смеси (микститы); унимодальное направление потоков с востока на запад (из центральной части Сибирского кратона на его периферию). По гранулометрии и модальному анализу обломочный материал в нижней пачке алешинской свиты состоит из двух ассоциаций — грубозернистой песчано-гравийной кварцевой и мелкосреднезернистой песчаной кварц-литокластитовой. Первая ассоциация представлена высокозрелым материалом с хорошей окатанностью и признаками участия в обработке эоловых процессов. Вторая — имела в качестве источника терригенный метаосадочный бассейн окраинной части кратона, который механически эродировался и поставлял слабообработанный материал недалекого переноса. По составу и гранулометрии кластический материал алешинской свиты имеет сходство с материалом гляциофлювиальных отложений плитинской, нерсинской, кедровской пачек марнинской свиты венда Присаянья. По данным седиментологического наблюдения приходим к выводу, что диамиктиты шишинской пачки представляют собой тиллиты, идентичные тиллитам в основании оселковой серии Присаянья. Высказано предположение, что диамиктиты могут составлять базальную часть тасеевской серии венда.

Венд, тиллиты, тасеевская серия, стратотипический разрез, Сибирская платформа.

TILLITES AT THE BASE OF THE VENDIAN TASEEVA GROUP IN THE STRATOTYPE SECTION (*Siberian craton*)

J.K. Sovetov

Isolated lenses of diamictites laying discordantly over the Late Riphean (Cryogenian) Kirgitei Formation were found in the immediate vicinity of the Vendian Taseeva Group stratotype in the Taseeva River valley and assigned to the Shishina Member a few meters in visible thickness. The Shishina diamictites are, likely, of glacial origin as they (i) lie at the base of the Vendian section, (ii) consist of unsorted dolomitic clasts from fine gravel to more than 0.5 m boulders suspended in a mud matrix, and (iii) show glacial striation on clasts. The glacial origin is further supported by the morphology of stones, which resemble a smoothing iron or a bullet, with a swelly top, a flat bottom, and a steeply cut rear and form clusters produced by disintegration of larger boulders. The stones bear signatures of cleavage, cracks, grooves, and striation on the faces, while the matrix looks undeformed. The Shishina Member has no genetic relation with the underlying Kirgitei Formation but rather correlates sedimentologically with the Ulyakha Member tillites at the base of the Vendian Marnya Formation (Oselok Group) in the Sayan foothills. The Shishina Member stones may derive from the Late Riphean

(Cryogenian) Dzhura Formation exposed 4 km downstream of the site along the Taseeva. They occur near the base of the Aleshinsky Formation (lowermost unit of the Taseeva Group) of cross-bedded glaciofluvial sandstone, gravelstone, conglomerate, and sandy gravel mixtite transported from east to west (from the Siberian Craton interior to its margins) and deposited in channel bars or as gravel lags. The lower member of the Aleshinsky Formation comprises two associations of clasts: (i) coarse quartzose sand and gravel and (ii) fine and medium quartz and lithoclastic sand. Rocks in the former are well rounded, with traces of wind erosion, while the latter association is composed of mechanically eroded angular material transported to short distances from a metamorphic and metasedimentary source on the Craton margin. The Aleshinsky clastics have their composition and grain size patterns similar to those of the glaciofluvial Plity, Nersya, and Kedrovyy members of the Marnya Formation in the Sayan area. According to sedimentological evidence, the Shishina diamictites are tillites identical to the Ulyakha moraine at the base of the Sayan Oselok Group and may be a missing link in the Taseeva Group stratigraphy.

Vendian, tillites, Taseeva Group, stratotype section, Siberian Craton

ВВЕДЕНИЕ

Тасеевская серия один из геологических объектов, который изучается с начала 30-х годов XX в. и имеет принципиальное значение для корреляции венда Енисейского кряжа, Присаянья и внутренней закрытой территории Сибирской платформы. Стратотип тасеевской серии находится на юге Енисейского кряжа в бассейне р. Тасеева (рис. 1). Литостратиграфическая корреляция тасеевской серии с оселковой серией Присаянья и чапской серией северо-востока Енисейского кряжа до последнего времени не вызывала разногласий [Хоментовский и др., 1972; Советов, 1977; Шенфиль, 1991; Советов, Благовидов, 2004]. После доказательств вендского возраста оселковой серии Присаянья стало очевидным, что все отложения, ранее считавшиеся позднекриогенными (ранний криогений), принадлежат венду (поздний криогений и эдиакарий) [Советов, Благовидов, 2004; Советов, Комлев, 2005; Sovetov, 2011a]. Корреляция опирается на последовательность и ассоциацию осадочных систем, в том числе ледниковых отложений. Стратиграфическая номенклатура подразделений тасеевской серии, предложенная М.А. Семихатовым [1957, 1962], была изменена, и история вопроса рассмотрена в работах [Хоментовский и др., 1972; Советов, 1977; Шенфиль, 1991; Советов, Благовидов, 2004]. Общепринятая стратиграфическая последовательность отложений, объединенных в аleshинскую, чистяковскую и мошакоскую свиты, установлена при геологическом картировании [Благодатский, Уссар, 1968] и детализирована в [Советов, Благовидов, 2004]. Стратиграфически самыми ранними отложениями аleshинской свиты и всей серии всегда считались мелкогалечные кварц-кварцитовые конгломераты, обнаженные на левом берегу р. Тасеева в 4.5 км ниже устья р. Усолка [Семихатов, 1962; Благодатский, Уссар, 1968; Благодатский и др., 1980; Шенфиль, 1991; Советов, Благовидов, 2004]. От подстилающих позднекриогенных отложений киргитской свиты аleshинская отделена разломом, но конгломераты считались частью базальной ассоциации. Внимание было обращено на небольшую песчано-алевролитовую пачку, отделенную от конгломератов разломом. Она вначале считалась самым нижним подразделением тасеевской серии [Благодатский, Уссар, 1968], а позже стала отождествляться с хаеринской свитой, которая, в свою очередь, коррелировалась с нижней частью карагаской серии криогения [Благодатский и др., 1980; Шенфиль, 1991]. Это обстоятельство заставило повторно изучить нижнюю часть аleshинской свиты и ее взаимоотношение с комплексом метаосадочных пород фундамента. Главный вопрос этого исследования — почему следы ранневендского (позднелидникового) оледенения, которые широко проявлены на Сибирской платформе [Sovetov, 2011 a], не обнаружены в наиболее представительном разрезе венда — тасеевской серии?

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТРАТОТИПИЧЕСКОГО РАЙОНА ТАСЕЕВСКОЙ СЕРИИ

Тасеевская серия обнажена по берегам р. Тасеева, в междуречье левых притоков рек Чистякова и Усолка (см. рис. 1). На правом берегу реки залегают в согласной стратиграфической последовательности аleshинская, чистяковская и мошакоская свиты, деформированные в опрокинутую синклиналию складку. На левом берегу р. Тасеева нижняя часть аleshинской свиты по тектоническому нарушению перекрывает комплекс метаосадочных пород тунгусикской серии раннего неопротерозоя, представленной джурской (верхнепотоской), шунтарской и киргитской свитами [Благодатский, Уссар, 1968]. Верхняя песчаниковая часть мошакоской свиты, выделяющейся также под названием редколесная свита [Советов, 1977; Советов, Благовидов, 2004], сменяется выше песчанистой и глинистой карбонатной островной свитой, которая согласно перекрывается кембрийскими силикокластическими и карбонатными отложениями — стратиграфическим аналогом усольской, бельской, булайской, ангарской и литвин-

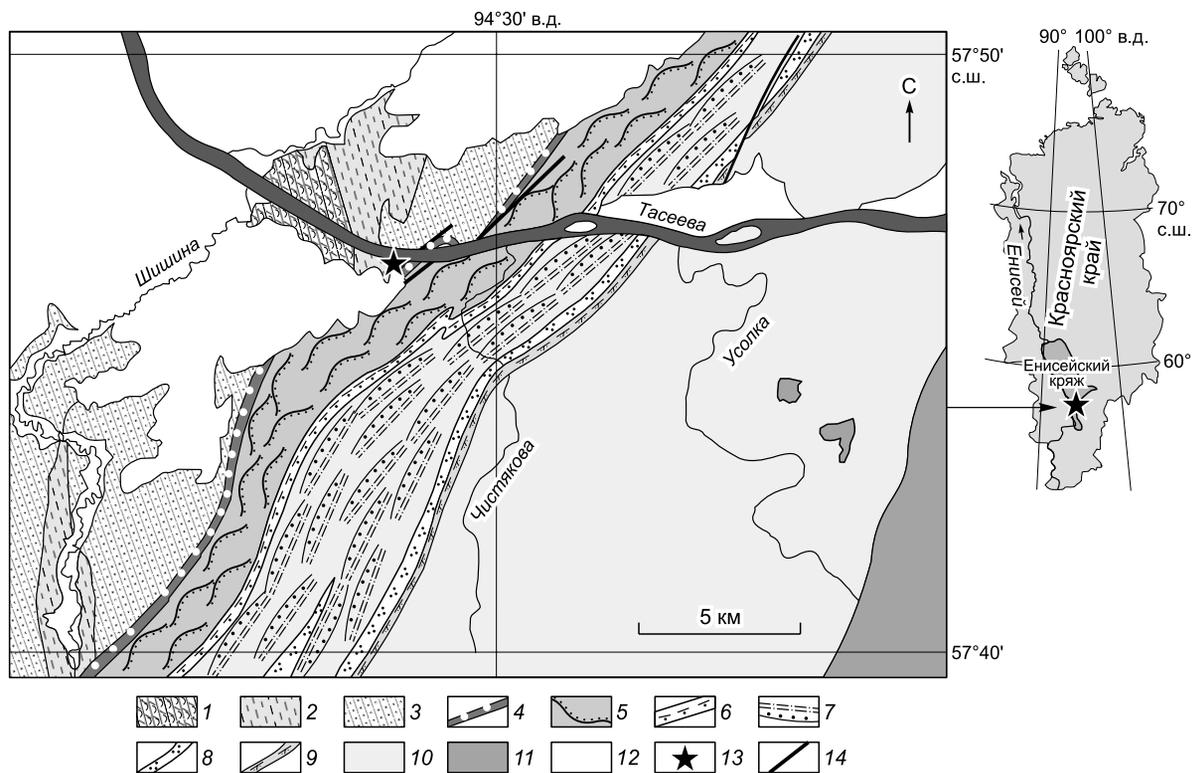


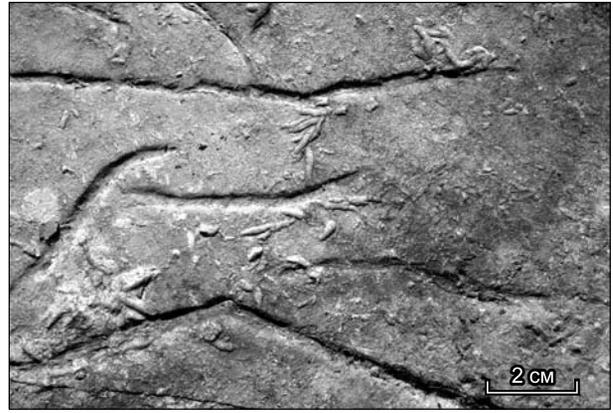
Рис. 1. Схематическая геологическая карта бассейна р. Тасеева в районе устья р. Усолка, по [Благодатский, Уссар, 1968] с изменениями.

1—3 — нижний неопротерозой (верхний рифей): 1 — верхнепотоскуйская (джурская), 2 — шунтарская, 3 — киргитейская свиты; 4, 5 — верхний неопротерозой (верхний криогений, нижний венд): тасеевская серия: 4 — алешинская свита, пачка al_1^1 , по [Советов, Благовидов, 2004], гляциофлювиальные конгломераты, гравелиты, песчаники, 5 — алешинская свита, пачки al_2^1 — al_2^3 , по [Советов, Благовидов, 2004], гляциофлювиальные гравийные песчаники, песчаники, алевролиты; 6—8 — эдиакарий (верхний венд), тасеевская серия: 6 — чистьяковская свита, шельфовые аргиллиты, алевролиты и песчаники, редкие слои доломитов в нижней и верхней частях, 7 — мошакская свита, флювиальные песчаники и алевролиты, 8 — редколесная свита, флювиальные и прибрежно-морские песчаники с линзами конгломератов в основании; 9 — верхний венд (немакит-далдынский ярус), по Российской стратиграфической шкале (нижний кембрий, по [Brasier et al., 1994]), островная свита — шельфовые песчано-алевритистые глинистые доломиты со строматолитами, песчаники, алевролиты; 10 — нижний, средний и верхний кембрий: усольская, бельская, булайская, ангарская, литвинцевская свиты (безсолевые аналоги) — доломиты, известняки чистые и глинисто-алевритовые, песчаники, алевролиты, брекчии (в скважинах слои и пачки ангидрита, галита и смешанных галогенно-терригенных пород); звенкиевская свита — конгломераты (в основании), песчаники, алевролиты, алевритистые мергели; 11 — каменноугольные и пермские отложения; 12 — кайнозойские (палеогеновые, неогеновые и четвертичные) отложения; 13 — местоположение диамиктитов шисинской пачки; 14 — разломы.

цевской свит, широко распространенных на всей территории юго-западной части Сибирской платформы. В разрезах буровых скважин южнее р. Тасеева кембрийские отложения содержат каменную соль, ангидрит и гипс, но первые признаки осолонения бассейна в виде глиноморфоз по галиту появились в отложениях островной свиты. В нижней части островной свиты в разрезе на р. Ангара (м. Гребень) автором были найдены ихнофоссилии *Treptichnus pedum* (рис. 2), маркирующие самую верхнюю часть венда в Российской стратиграфической шкале и нижнюю границу кембрия в Международной стратиграфической шкале [Brasier et al., 1994].

Мелкогалечные конгломераты, косослоистые гравелиты и грубозернистые слабосортированные гравийные песчаники алешинской свиты, выделенные в пачку al_1^1 (140 м), образованы аллювиальной системой гравийной сплетенной реки [Советов, Благовидов, 2004]. В зоне контакта тасеевской серии и фундамента выделяются три блока (рис. 3): 1) пологозалегающая пачка al_1^1 , 2) пачка несортированных песчаников и алевролитов, смятая в складку и отделенная всбросом с небольшой зоной брекчирования, хаеринская свита, по [Благодатский и др., 1980; Шенфильд, 1991], 3) крутозалегающие смятые в складки песчаные алевритоглинистые сланцы киргитейской свиты, отделенные от песчано-алевролитовой пачки субвертикальным всбросом. По сортированности песчаного материала, составу и флювиальному генезису пачка песчаников и алевролитов в тектоническом блоке сходна с некоторыми пакетами в

Рис. 2. Фото слепков следов *Treptichnidae* на поверхности доломита в нижней части островной свиты, в 7—10 м выше контакта с редколесной свитой, р. Ангара, м. Гребень, руч. Гремячий.



нижней части алешинской свиты, но нет никакого сходства с аркозовой хаеринской свитой на юге Енисейского кряжа (р. Курыш), имеющей явные признаки морского происхождения отложений и местный источник материала из палеопротерозойской Таракской интрузии гранитов, на которой она залегает со стратиграфическим несогласием.

ДИАМИКТИТЫ ВБЛИЗИ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ АЛЕШИНСКОЙ СВИТЫ

Диамиктиты были приняты автором при первом посещении разреза за олистострому во вмещающих тонкозернистых тонкослоистых породах. Повторное изучение сделано в 2013 г., после того как были доказаны ледниковые отложения, в том числе и доломитовые диамиктиты в основании оселковой, байкальской и чапской серий [Советов, Комлев, 2005; Sovetov, 2011a]. Небольшие линзы диамиктитов выделены в отдельное стратиграфическое подразделение — шишинскую пачку, со стратотипом на левом берегу р. Тасеева, в 5 км выше по течению от устья р. Шишина.

Коренные выходы киргитейской свиты, смятые в складки, образуют скальное основание бичевника, в пределах которого обнажены три линзы диамиктитов на площади 10×10 м в 40 м от тектонического контакта киргитейской и алешинской свит (см. рис. 3). Диамиктиты темно-серой окраской матрикса маскируются среди близких по цвету рассланцованных тонкообломочных пород киргитейской свиты, и границы линз устанавливаются только при внимательном изучении. Структурное положение диамиктитов ясное, они наложены поверх деформированных сланцев киргитейской свиты. Резкие «бортики» — микроэскарпы линз наклонены к их центру под углами $35\text{--}60^\circ$, что указывает на незначитель-

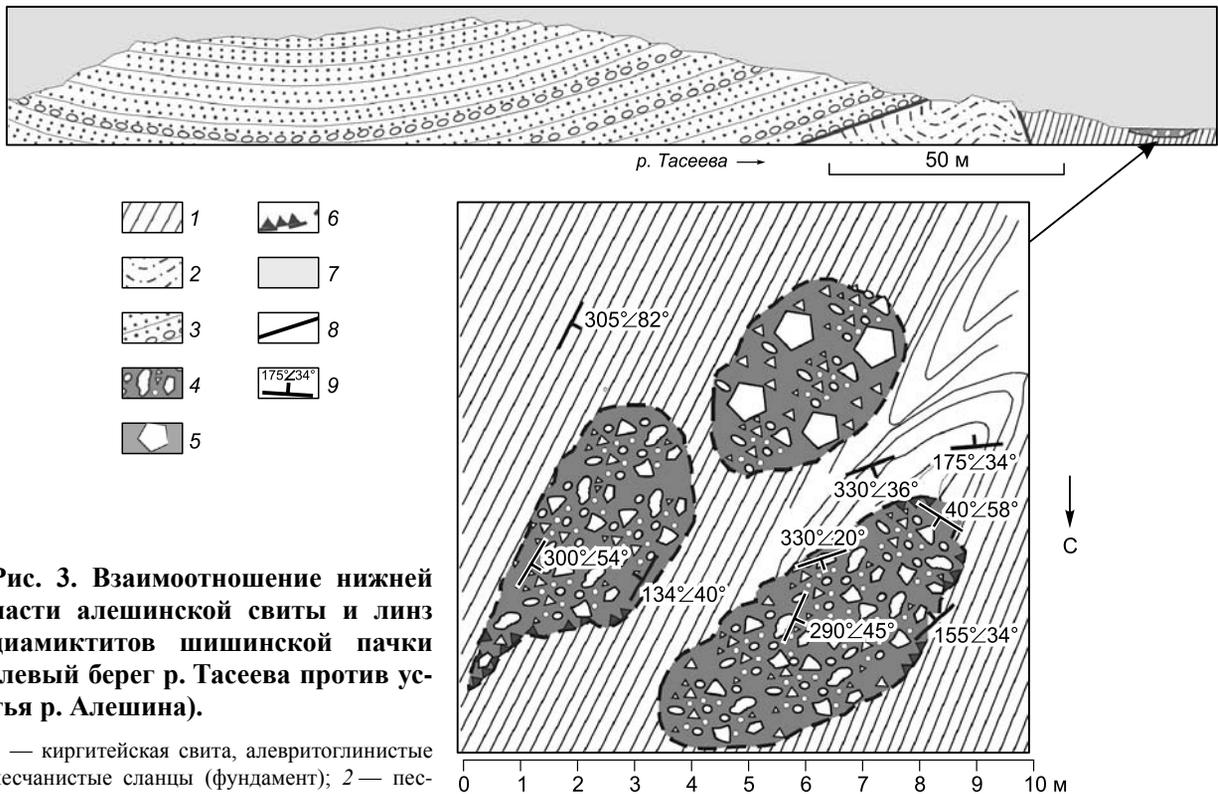


Рис. 3. Взаимоотношение нижней части алешинской свиты и линз диамиктитов шишинской пачки (левый берег р. Тасеева против устья р. Алешина).

1 — киргитейская свита, алевритоглинистые песчаные сланцы (фундамент); 2 — песчано-алевролитовая пачка; 3 — алешинская свита, конгломерат-гравелит-песчаниковая пачка; 4 — линзы диамиктитов; 5 — валунные диамиктиты; 6 — границы линз диамиктитов и микроэскарпы; 7 — четвертичные отложения, 8 — разломы, 9 — элементы залегания.

ную мощность диамиктитов от 0.5 до 1.0 м максимально. Матрикс диамиктитов темно-серый до черного глинисто-алевритовый неслоистый включает обломки (камни) желтовато-серого доломита и редко черных кремней размером от первых миллиметров до валунов более 0.5 м в диаметре (рис. 4). Диамиктиты насыщены обломочным материалом неравномерно, отчетливо выявлен главный структурный признак — образование мелких и крупных обломков произошло совместно, вероятно, в ледяной толще и дополнительно *in situ* в микстите при расколке более крупных обломков и импрегнации матрикса в трещины. Мелкие обломки имеют произвольную форму, указывающую на хрупкую деформацию доломитовых камней. Отсутствуют признаки перемещения в водном потоке, суспензии при вязкопластичном оползании осадка. Все литологические и геологические свойства диамиктитов сходны с признаками тиллитов в уляхской пачке марнинской свиты Присаянья [Советов, Комлев, 2005; Sovetov, 2011a], и главные среди них, кроме хрупких деформационных, форма крупных камней и взаимоотношение камней и матрикса.

На доломитовых камнях из диамиктитов шишинской пачки ледниковая штриховка маскируется трещинами, связанными с кливажем доломитовых камней. Царапины и глубокие шрамы лучше всего проявлены на валунах (см. рис. 4), и серии царапин имеют разную ориентировку, что типично для камней из уляхской морены [Советов, Комлев, 2005; Sovetov, 2011b]. Доломитовые камни величиной 5—20 см по длинной оси имеют верхнюю сглаженную поверхность и тончайшую параллельную штриховку и полировку, заметную только при освещении под определенным углом, и отдельные глубокие царапины. Царапины, которые не связаны с проявлением внутренней тектонической трещиноватости на поверхности камней, отличаются от довендского кливажа камней с параллельным унимодальным направлением микролитонов своей нерегулярностью и направлением под разными углами к кливажу и форме обломков. Отдельные царапины можно использовать для доказательства ледникового происхождения камней, но генетические признаки царапин недостаточно отчетливые, чтобы сделать окончательный вывод.

Установлен более определенный признак, разделяющий в диамиктитах доломитовые камни и матрикс. Исследование следов кливажа в доломитовых камнях показало, что камни отделены от матрикса эпохой тектонического стресса и складчатости. Отчетливо видно, что матрикс не подвергся кливажу. Даже в очень тонких пленках матрикса, прилипшим к камням, нет секущих трещин, и глинистый материал матрикса облекает неоднородности микроскульптуры камней (см. рис. 4). Анализ привел к однозначному выводу: доломиты были кливажированы до того, как они попали в диамиктит. Последний не испытал после образования региональный тектонический стресс и кливаж и по степени деформированности сходен с породами алешинской свиты. Пленки и куски матрикса запечатывают микрорельеф камней, хрупкие микродеформации (кливаж) и поверхностные следы эрозии. Матрикс остался недеформированным, т.е. диамиктит образовался позже подстилающей толщи сланцев и толщи материнских доломитов. Такой же вывод можно сделать по взаимоотношению линз диамиктитов и подстилающей толщи сланцев, на которые они залегают со структурным несогласием. Таким образом, можно определенно сказать, что диамиктиты не могут быть олигостромой в киргитейских тонкослоистых отложениях, что вполне очевидно также по отсутствию признаков глубоководного фэна в киргитейское время.

Практически все крупные камни от 5 до 25 см в диаметре имеют сглаженную трех- и пятигранную утюговидную, ромбовидную и пулевидную формы (рис. 5). Они характеризуются относительно плоским основанием, выпуклым верхом и заостренным «носом», принимавшим на себя главное абразирующее действие обтекающей среды, какой мог быть лед, насыщенной частицами пород, и крутой тыловой гранью, где давление сбрасывалось. Дополнительный признак образования части доломитовых камней *in situ* можно видеть по их кластерам, несущим форму одного раздробленного камня. Некоторые камни сохранили ступенчатую поверхность торошения с «приваренными» отколовшимися частицами (см. рис. 5). Ледниковая штриховка по опыту изучения ее в тиллитах марнинской свиты лучше всего проявлена и сохраняется на твердых породах, таких как ипситские аркозовые кварциты карагасской серии Присаянья, и значительно реже наблюдается на доломитовых камнях из тагульской свиты карагасской серии [Sovetov, 2011b].

ПРОИСХОЖДЕНИЕ СИЛИКОКЛАСТИЧЕСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕЙ ЧАСТИ АЛЕШИНСКОЙ СВИТЫ

Диамиктиты и силикокластические гравийные песчаники и конгломераты алешинской свиты тасеевской серии пространственно разделены, поэтому об их генетической связи можно судить по аналогии. Сравнительный анализ с детально изученными отложениями марнинской свиты Присаянья показывает полное сходство с тиллитами уляхской пачки. Ранневендские тиллиты марнинской свиты Присаянья сменяются вверх по разрезу гляциоозерными черными сланцами тыгнейской пачки, гляциофлювиальными грубозернистыми песчаниковыми отложениями плитнинской, карапчатуйской и кедровской пачек, а затем покровными доломитами озеркинской пачки [Советов, Комлев, 2005; Sovetov, 2011a,b]. Послед-

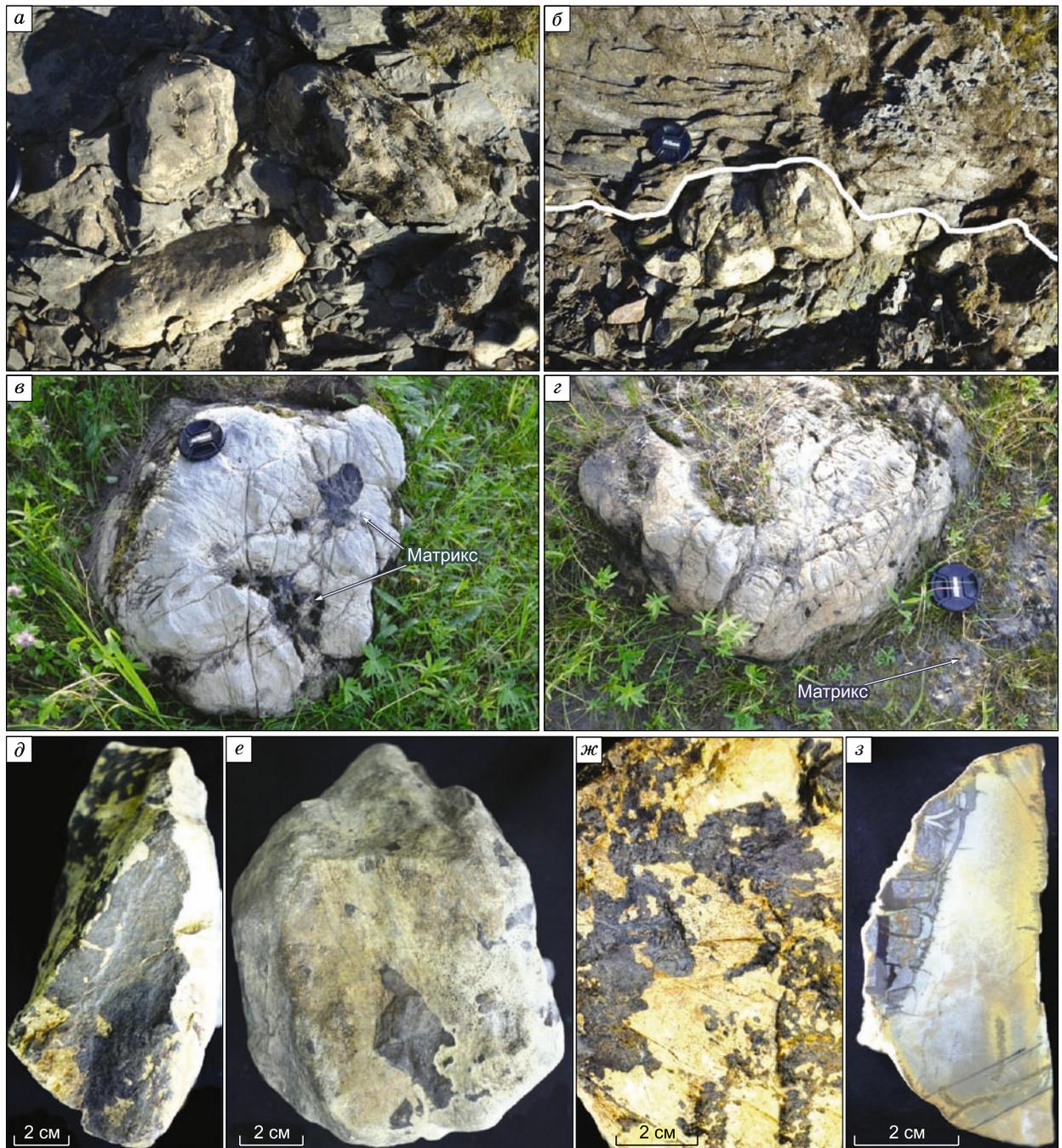


Рис. 4. Литологические и структурные характеристики диамиктитов шишинской пачки.

Полевые и лабораторные фотографии. Видны характерная пулевидная и угловатая форма разноразмерных доломитовых камней в темно-сером нерассланцованном глинистом матриксе, а также резкая граница диамиктитов и алевроглинистых кливажированных сланцев киргитейской свиты. *а* — диамиктиты (камни доломита в черном глинистом матриксе), *б* — резкая латеральная граница диамиктитов и сланцев киргитейской свиты, *в*, *г* — валуны доломитов с перекрестными шрамами в темно-сером глинистом матриксе, матрикс запечатал тектоническую и ледниковую (?) штриховку и сам не подвергся деформациям; *д*—*ж* — пленки и куски матрикса соответственно на боковой грани, на верхней выпуклой поверхности, на нижней плоской поверхности доломитовых уговидных камней; *з* — характерная форма камня в продольном разрезе и зубовидная структура (tooth molar) на срезе, типичная для верхнерифейских карбонатных пород.

няя пачка маркирует гляциоэвстатический подъем уровня моря после позднекриогенского оледенения эпохи Марино.

Алешинская свита речных отложений находится стратиграфически ниже поверхности затопления и трансгрессивных отложений чистяковской свиты темно-серых и черных алевролитов и аргиллитов со

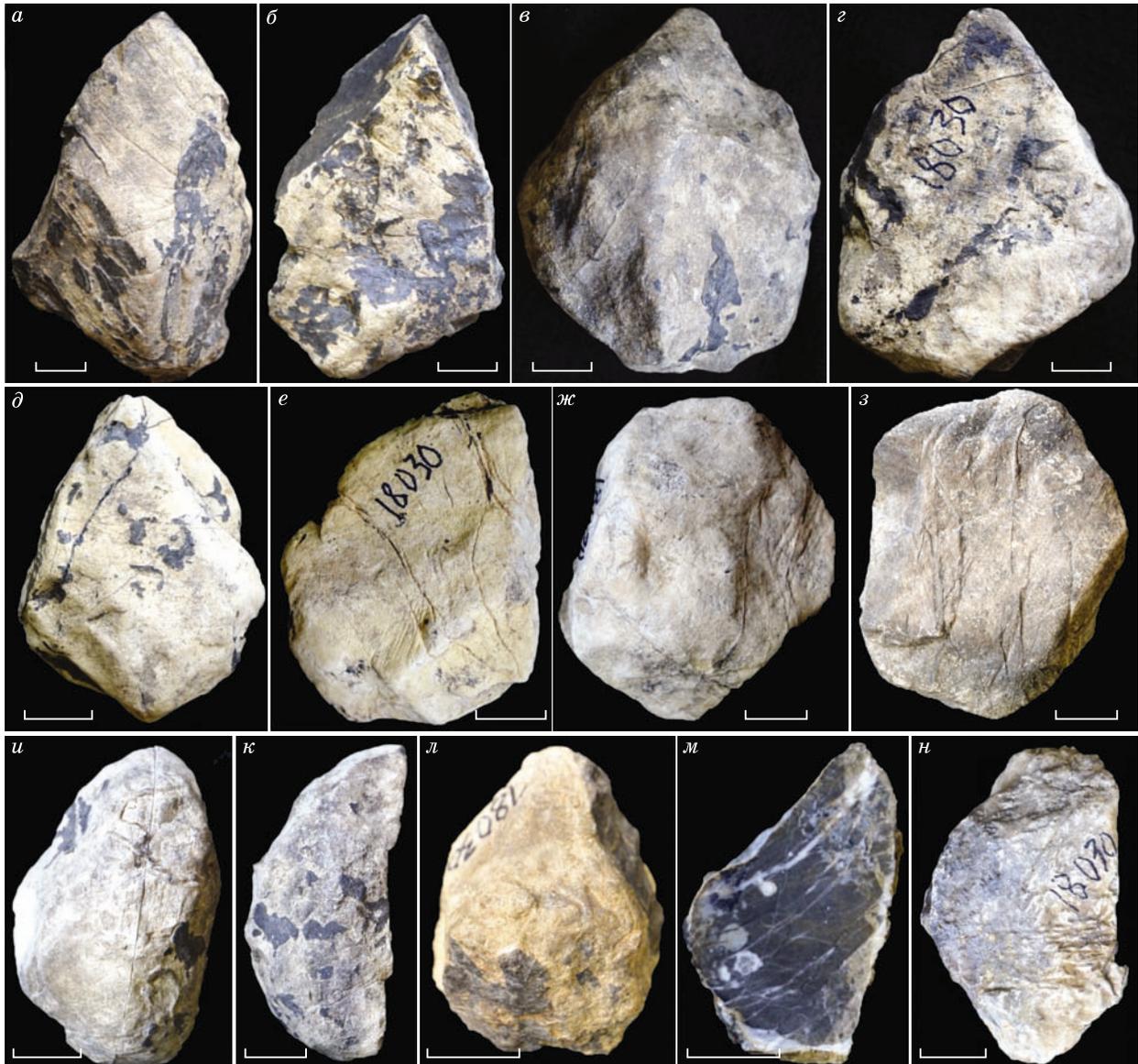


Рис. 5. Форма доломитовых камней в диамиктите шишинской пачки.

a, б — ромбовидная, граненая (фасетовая): *a* и *б* — вид верхней выпуклой и нижней плоской поверхности соответственно; *в, г* — утюговидная с «носиком»: *в* — верхняя поверхность с характерным гребнем, *г* — нижняя плоская; *д, е* — ромбовидная со сглаженными гранями: *д* — верхняя выпуклая поверхность, *е* — нижняя плоская; *ж, з* — пятиугольная с контрастным рельефом верхней (*ж*) и нижней (*з*) поверхности; *и, к* — утюговидный камень: овальный, на верхней поверхности структура tooth molar (*и*), с плоским дном (*к*); *л* — характерная форма «утюжок» с крутонаклонным овальным тылом, суженным носом и плоской нижней поверхностью: вид сверху (слева), вид сбоку (справа), *м* — тот же камень в продольном разрезе, виден резкий рельеф сколов нижней поверхности и «приваренная» к камню брекчия, образованная *in situ*; *н* — глубокие царапины в нескольких направлениях на нижней плоской поверхности доломитового камня. Длина линейки 2 см.

слоями доломитов и выше по разрезу прибрежно-морской ассоциации песчаников и алевролитов [Советов, Благовидов, 2004]. Именно такое же стратиграфическое положение занимает озеркинская пачка между гляциофлювиальными песчаниками плитнинской пачки и морским трансгрессивным песчаниковым комплексом большайсинской пачки марнинской свиты [Sovetov, 2011a,b]. Смена аллювиальной системы морской в двух регионах Сибирской платформы может быть объяснена одним и тем же событием — резким повышением уровня моря, связанным с глобальным таянием ранневендских ледниковых щитов. Это событие наглядно подтверждается появлением на одном и том же стратиграфическом уровне покровных доломитов (кэп-карбонатов) в Присаянье (озеркинская пачка) и Прибайкалье (нижнеголоустенская пачка).

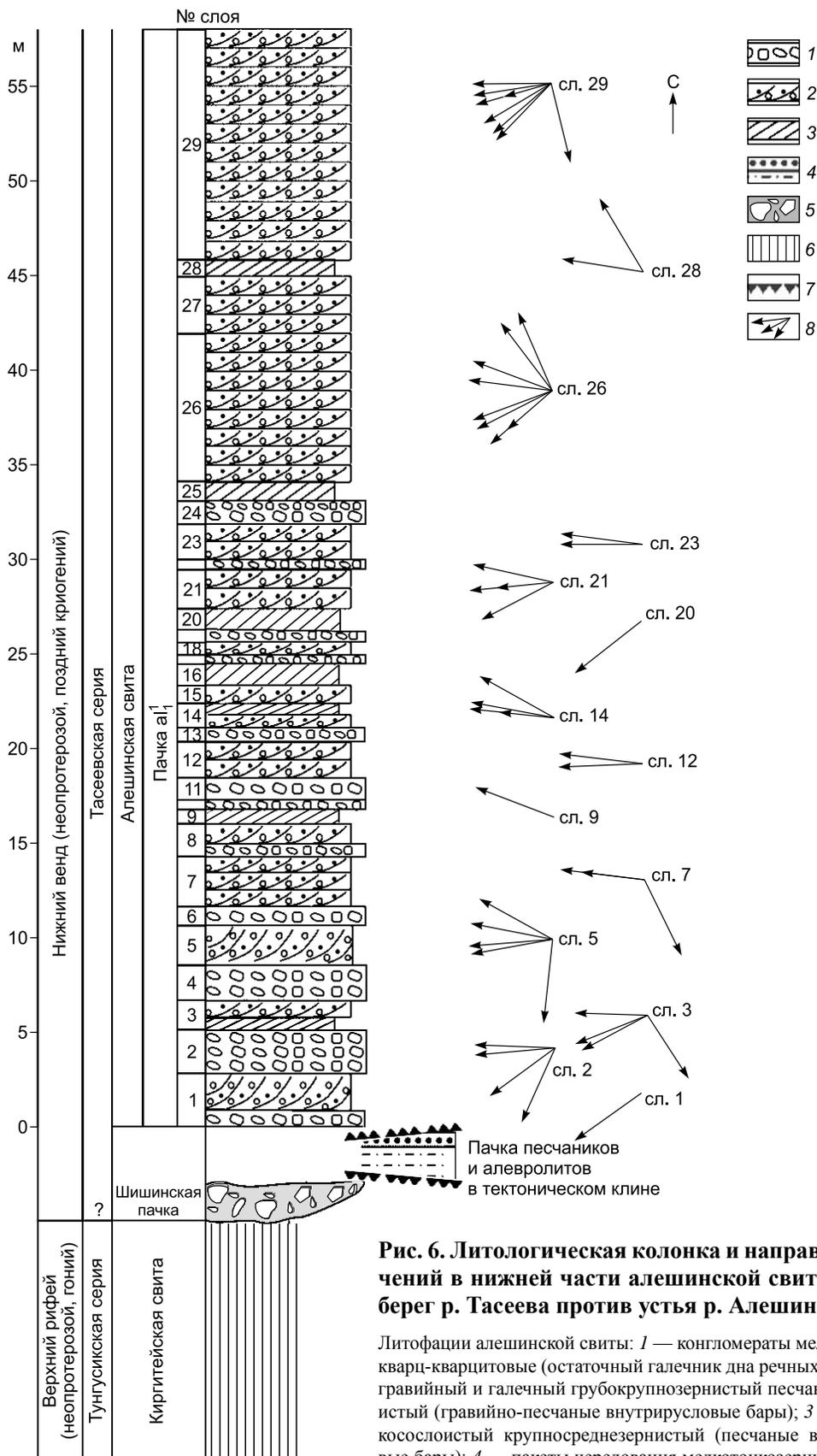


Рис. 6. Литологическая колонка и направления течений в нижней части алешинской свиты (левый берег р. Тасева против устья р. Алешина).

Литофации алешинской свиты: 1 — конгломераты мелкогалечные кварц-кварцитовые (остаточный галечник дна речных русел); 2 — гравийный и галечный грубокрупнозернистый песчаник косослоистый (гравийно-песчаные внутрирусловые бары); 3 — песчаник косослоистый крупносреднезернистый (песчаные внутрирусловые бары); 4 — пакеты чередования мелкотонкозернистых песчаников и алевролитов с подошвенными знаками течений; 5 — диамиктиты (тиллиты) шишинской пачки; 6 — сланцы киргитейской

свиты нижнего неопротерозоя (фундамент); 7 — тектонические контакты; 8 — направления гляциофлювиальных течений по замерам наклона форсетов косых серий.

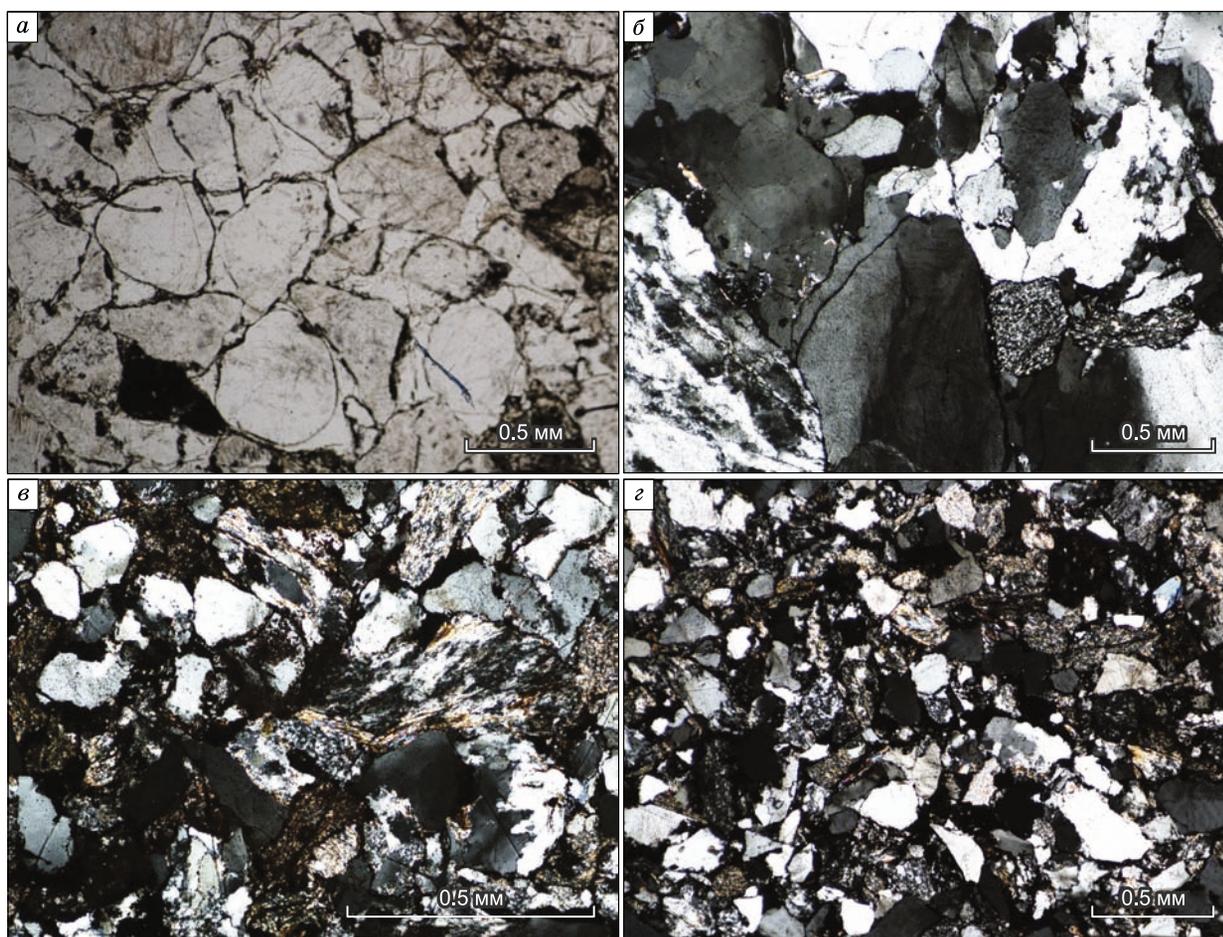


Рис. 7. Петрографический состав песчаников разных гранулометрических классов в пачке al_1^1 аleshинской свиты тасеевской серии в стратотипическом разрезе.

a — песчаник крупнозернистый, экстракварцевый, сочетание хорошо и слабоокатанных частиц, николи ||, обр. 396-7; *б* — песчаник крупнозернистый экстракварцевый с моно- и поликристаллическим кварцем, николи ×, обр. 396-6; *в* — песчаник мелкозернистый кварц-литокластитовый со слабоокатанным материалом, обилие серицит-мусковитовых сланцев, николи ×, обр. 396-3; *г* — песчаник мелкозернистый кварц-литокластитовый со слабоокатанным материалом и обилием обломков кремневых пород и серицит-мусковитовых сланцев, николи ×, обр. 396-1.

Седиментологическое описание речных отложений аleshинской свиты, приведенное в [Советов, Благословитов, 2004], дополнено новыми наблюдениями (рис. 6). Устанавливаются три признака, по которым можно относить отложения пачки al_1^1 к гляциофлювиальным: 1) несортированность отложений речных гравийных баров, 2) смешанность по морфоструктуре (гранулометрии, окатанности) кластического материала, 3) внутрикратонный источник кластического материала. Сортировка кластики видна только в литофациях дна каналов-русел, где обособлены мелкогалечные конгломераты. Несортированность главной массы речных отложений ярко видна по дефициту чистых гранулометрических классов: преобладают галечно-гравийно-песчаные смеси. Гранулометрическая несортированность сопровождается дифференцированной обработкой и разным составом силикокластического материала в гравийно-грубозернистой и средне-мелкозернистой фракциях. Гравийные и крупные песчаные зерна в основной массе относятся к окатанным и даже очень хорошо окатанным 5-го и 6-го классов, по [Powers, 1953], отдельные реликтовые зерна сохранили форму шаров, появление которой возможно только при эоловой обработке. В этой группе кластов есть и угловатые зерна — фрагменты раздробленных более крупных окатанных частиц. Гравийный и крупнозернистый песчаный материал имеет экстракварцевый и кварцевый состав с небольшой долей калиевых полевых шпатов (2—5%), ортокварцитов и кремней (1—2%), по классификации [Советов, 1977]. Экстракварцевые гравийные песчаники составляют непрерывный ряд с литокластито-кварцевыми со значительной долей обломков ортокварцитов. Зрелый гравийно-крупнопесчаный материал имел внутрикратонный источник, по классификации [Dickinson, 1988], и был

подготовлен при разрушении выветрелых пород гранитогнейсового фундамента и довендского осадочного бассейна с высокозрелым кварцевым материалом. Кроме выветривания в довендскую эпоху обломочный материал подвергался шлифовке ветром, вероятно, во время ранневендских дегляциаций (рис. 7, а, б).

Песчаный материал среднелкозернистой размерности, окрашенный гематитом в густой красный или красно-коричневый цвет, выполняет роль вмещающего «матрикса» для крупных обломков и характеризуется резко отличными свойствами обработки и составом (см. рис. 7, в, г). Зерна кварца имеют резкую остроугольную форму и соответствуют классам 1 и 2, по шкале [Powers, 1953]. Эти характеристики — прямое следствие относительно недалекого переноса из области, где такой материал образовался при механическом дроблении. Петрографический модальный состав песчаников, который выполнял роль «матрикса» в гравийно-песчаных микститах, кварц-литокластитовый, экстралитокластитовый, по классификации [Советов, 1977], с содержанием полевого шпата от 0 до 5 %. Главная составляющая обломочного материала этих песчаников — обломки серицитовых, глинисто-алевролитовых, слюдистых и глинисто-кремнистых сланцев, железисто-кварцевых пород. Литокластитовые песчаники на геодинамических диаграммах [Dickinson, 1988] маркируют класс источника как «рециклированный ороген», который обычно представлен складчато-надвиговым поясом, сложенным осадочными и метаосадочными породами. Направления переноса материала по форсетам косых серий в речных барах в пачке a_1^1 совершенно определенные — с востока и северо-востока на запад-юго-запад, т.е. со стороны Сибирского кратона на его периферию (см. рис. 6). По совокупности данных нет признаков эрозии кристаллического фундамента в чистом виде, и характер материала свидетельствует о грубом механическом воздействии на осадочный бассейн донеопротерозойской пассивной окраины Сибирского кратона, захороненный под чехлом вендских и фанерозойских отложений Канско-Тасеевской впадины. Источником обломков были внутренние области кратона, сложенные осадочными и метаосадочными породами, которые слагали осадочный бассейн «поднятого форланда». Если нет признаков внутрикратонных горных поднятий, которые сопряжены с рифтингом и продуцируют аркозы [Dickinson, 1988], эрозию осадочного бассейна можно связывать с внутриконтинентальным ледником и гляциофлювиальными потоками после его таяния.

Южнее Енисейского кряжа в Бирюсинском Присяянье широко распространены разнообразные ранневендские ледниковые, гляциофлювиальные, гляциозерные и постгляциальные отложения, слагающие нижнюю часть марнинской свиты [Sovetov, 2011a,b]. Разрез этих отложений, наиболее близкий к Енисейскому кряжу, находится в СЗ Присяянье на р. Тагул, в 4 км выше по течению от пос. Георгиевка. Здесь в основании георгиевской свиты найдены диамиктиты, отнесенные к тиллитам по морфоструктурным признакам и идентичные тиллитам уляхской пачки марнинской свиты в стратотипе на р. Уда [Советов, Комлев, 2005]. Морфология доломитовых камней в шишинской пачке на р. Тасеева имеет полное сходство с морфологией тиллитовых камней в уляхской пачке марнинской свиты в разрезах на реках Тагул, Бирюса и Уда. Источник камней в «доломитовом» диамиктите шишинской пачки прогностически ясен. Судя по близкому положению к диамиктитам выходов раннеопротерозойской джурской свиты, можно предположить, что именно эта толща была источником доломитового кластического материала. Дополнительным признаком позднерифейского возраста обломков карбонатных отложений, попавших в диамиктит, автор считает структуру, называемую «коренным зубом» (molar tooth structure) (см. рис. 4—7). Она широко распространена в позднерифейских карбонатных отложениях Енисейского кряжа, в частности, в дашкинской свите осянкой серии ([Шенфильд, 1991], а также наблюдения автора).

Терригенные разрезы венда в Нижнем Приангарье, севернее рек Тасеева и Ангара, содержат в базальной части несортированные «мусорные» песчаники ванаварской свиты [Советов, Благовидов, 2004]. По корреляции многочисленных скважин нефтепоискового бурения в основании ванаварской свиты установлены обширные эрозионные депрессии и палеодолины с эскарпами [Мельников, 2009]. Геоморфология предвендской поверхности и приведенные доказательства остатков тиллитов близко к основанию тасеевской серии показывают широкую площадную ледниковую эрозию кристаллического и метаосадочного фундамента на юге и юго-востоке Енисейского кряжа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диамиктиты шишинской пачки, обнаруженные поблизости от нижней границы алешинской свиты в разрезе на р. Тасеева, по совокупности признаков имеют ледниковое происхождение. По составу и структуре они сходны с тиллитами (древними моренами) в основании марнинской свиты оселковой серии Бирюсинского Присяянья.

Диамиктиты не могут принадлежать киргитейской свите, на которой они залегают с эрозионным контактом и структурно несогласно. Диамиктиты отделены от подстилающих пород эпохой тектонических деформаций, проявленных в камнях, но отсутствующих в глинисто-алевролитовом матриксе.

Нижняя часть алешинской свиты по седиментологическим и гранулометрическим признакам сходна со слабосортированными отложениями гляциофлювиальных конусов выноса. По направлениям течений алешинская свита образовалась за счет эрозии внутрикратонного высокозрелого кварцевого реголита и силикокластического осадочного бассейна. Эрозия осуществлялась при сильном механическом воздействии на исходные породы, которое, вероятно, производилось внутрикратонным ледниковым щитом, сползавшим к окраинам кратона.

Если присоединить диамиктиты шишинской пачки к алешинской свите тасеевской серии, то стратиграфическая и седиментологическая структура последней будет сходна с нижней частью марнинской свиты Присяянья, а именно с уляхской мореной и гляциофлювиальными отложениями плитнинской и кедровской пачек.

По совокупности данных автор считает, что шишинская пачка диамиктитов представляет собой недостающее звено в стратиграфии тасеевской серии.

Автор приносит благодарность сотрудникам лаборатории «Геодинамики и палеомагнетизма» ИНГГ СО РАН и лично В.А. Верниковскому за поддержку и спонсорскую помощь в исследовании тасеевской серии.

ЛИТЕРАТУРА

Благодатский А.В., Уссар Р.Т. Геологическая карта СССР. М-б 1:200 000. Лист О-46-XXIII. Объяснительная записка. М., Недра, 1968, 60 с.

Благодатский А.В., Владимиров А.И., Галимова Т.Ф., Диденко А.И., Карлова Г.А., Карпинский Р.Б., Образцов В.И., Шенфиль В.Ю. О корреляции верхнедокембрийских отложений Присяянья и юга Енисейского края // Опорные узлы унифицированной схемы верхнего докембрия Средней Сибири / Ред. В.В. Хоментовский. Новосибирск, ИГиГ СО АН СССР, 1980, с. 113—128.

Мельников Н.В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2009, 146 с.

Семихатов М.А. К стратиграфии алданского яруса нижнего кембрия Канско-Ангарской впадины // Докл. АН СССР, 1957, т. 115, № 6, с. 1181—1184.

Семихатов М.А. Рифей и нижний кембрий Енисейского края. М., Изд-во АН СССР, 1962, 241 с.

Советов Ю.К. Верхнедокембрийские песчаники юго-запада Сибирской платформы. Новосибирск, Наука, 1977, 294 с.

Советов Ю.К., Благовидов В.В. Реконструкция бассейна осадконакопления (на примере вендского передового прогиба — «форландового бассейна» юго-запада Сибирской платформы) // Осадочные бассейны: методы изучения, строение и эволюция / Под ред. Ю.Г. Леонова, Ю.А. Воложа. М., Научный мир, 2004, с. 159—212. (Тр. ГИН РАН, вып. 543).

Советов Ю.К., Комлев Д.А. Тиллиты в основании оселковой серии Присяянья и положение нижней границы венда на юго-западе Сибирской платформы // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2005, № 1, с. 3—34.

Хоментовский В.В., Шенфиль В.Ю., Якшин М.С., Бутаков Е.П. Опорные разрезы отложений верхнего докембрия и нижнего кембрия Сибирской платформы. М., Наука, 1972, 356 с.

Шенфиль В.Ю. Поздний докембрий Сибирской платформы. Новосибирск, Наука, 1991, 184 с.

Brasier M., Cowie J., Taylor M. Decision on the Precambrian-Cambrian boundary stratotype // Episodes, 1994, v. 17, № 1—2, p. 95—100.

Dickinson W.R. Provenance and sediment dispersal in relation to paleotectonic and paleogeography of sedimentary basins // New perspectives in basin analysis (Frontiers in sedimentary geology) / Eds. K.L. Kleinspehn, C. Paola. Springer-Verlag, New York Inc., 1988, p. 3—25.

Powers M.C. A new roundness scale for sedimentary particles // J. Sed. Petrol., 1953, v. 23, p. 117—119.

Sovetov J.K. Late Neoproterozoic (Vendian) glaciogenic deposits in the Marnya formation, Oselok Group, in the foothills of the East Sayan range, south-western Siberian Craton // The geological record of Neoproterozoic glaciations / Eds. E. Arnaud, G.P. Halverson, G. Shields-Shou. Geol. Soc., London, Memoirs 36. Chapter 28. 2011a, p. 317—329.

Sovetov J.K. Neoproterozoic sedimentary basins: stratigraphy, geodynamics and petroleum potential. Guidebook on the post-conference field trip to the East Sayan Foothills. August 2—14, 2011. Novosibirsk, IPGG SB RAS, 2011b, 229 p. ISBN 978-5-4262-0016-6.