

ЛЕДНИКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ И „ВОДОРАЗДЕЛЬНЫЕ ГАЛЕЧНИКИ“ ЗАПАДНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ

Н.И. Акулов, **Б.П. Агафонов**, М.Н. Рубцова

Институт земной коры СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия

На новом фактическом материале рассмотрены результаты деятельности четвертичных оледенений Западного Прибайкалья и проблема образования „водораздельных галечников“ в этом регионе. Приведены данные, указывающие на то, что „водораздельные галечники“ имеют водно-ледниковое происхождение. Большое внимание уделено вещественному составу и литолого-стратиграфическим особенностям ледниковых отложений, а также их геоморфологическому положению на рассматриваемой территории, которая является одной из самых труднодоступных и интересных в пределах Восточной Сибири с точки зрения как геологии четвертичных отложений, так и археологии. Приведены сведения о результатах спорово-пыльцевых анализов и археологических находках.

Четвертичное оледенение, моренные отложения, водно-ледниковые образования, „водораздельные галечники“, оз. Байкал, Западное Прибайкалье.

GLACIAL DEPOSITS AND “WATERSHED PEBBLES” IN THE WESTERN BAIKAL AREA

N.I. Akulov, **B.P. Agafonov**, and M.N. Rubtsova

Results of the activity of Quaternary glaciations in the western Baikal area are considered based on new factual material. Also, the problem of the formation of “watershed pebbles” in the area is discussed. Data indicating the fluvio-glacial origin of the pebbles are presented. Special attention is given to the composition, lithology, and stratigraphy of glacial deposits and their geomorphologic position in the study area, which is one of the most hardly accessible and interesting regions in East Siberia in terms of both the geology of Quaternary deposits and archaeology. Results of spore-and-pollen analyses and archaeological evidence are reported.

Quaternary glaciation, morainic deposits, fluvio-glacial formations, “watershed pebbles”, Lake Baikal, western Baikal area

ВВЕДЕНИЕ

Многие вопросы геологии кайнозойских отложений, истории развития рельефа и неотектоники Западного Прибайкалья рассмотрены в работах В.П. Маслова [1939], Н.А. Флоренсова [1960], Н.А. Логачева с коллегами [1964], Э.И. Равского с коллегами [1964], А.А. Кульчицкого [1973, 1985], А.А. Кульчицкого с коллегами [1993], Д.-Д.Б. Базарова с коллегами [1981] и других исследователей. Тем не менее отдельные проблемы, касающиеся данных отложений, далеко не решены и еще долгое время будут привлекать внимание исследователей. Наиболее важные из них — проблемы, связанные с четвертичными оледенениями и образованием „водораздельных галечников“. Так, при проведении геолого-съёмочных работ в верховьях рек Лена и Киренга геологами отмечены останцы валунно-галечных отложений на плоских водоразделах, находящихся на высоте до 250 м над руслами современных водотоков. Возраст и генезис этих отложений до сих пор являются проблематичными, и существует двойственное толкование их образования: 1) они относятся к категории тех же проблематичных отложений, что и „водораздельные галечники“ внутреннего поля Иркутского амфитеатра (Чуно-Бирюсинское междуречье), которые условно сопоставляют с нижнеюрскими отложениями укугутской свиты; 2) данные отложения — реликты аккумулятивной составляющей исходного пенеппена — мел-палеогеновой поверхности выравнивания. Необходимо сразу же отметить, что под „водораздельными галечниками“ понимаются отложения различного генезиса, содержащие гравийно-галечный материал и залегающие на водоразделах. Кроме того, под почвенным суглинистым или супесчаным с дресвой и щебнями слоем мощностью от 0.3 до 1.5 м вскрыты рыхлые, обычно суглинистые отложения с обилием как неокатанных щебнисто-дресвяных продуктов выветривания, так и гравия, галек и валунов из гранитоидов и других типов неместных пород. Их происхождение также является одной из проблем, рассматриваемых в настоящей статье. Впервые большое внимание уделено вещественному составу и литолого-стратиграфическим особенностям ледниковых отложений, а также их геоморфологическому положению на рассматриваемой территории, которая является одной из самых труднодоступных и интересных в пределах Восточной Сибири с точки зрения как геологии четвертичных отложений, так и археологии.

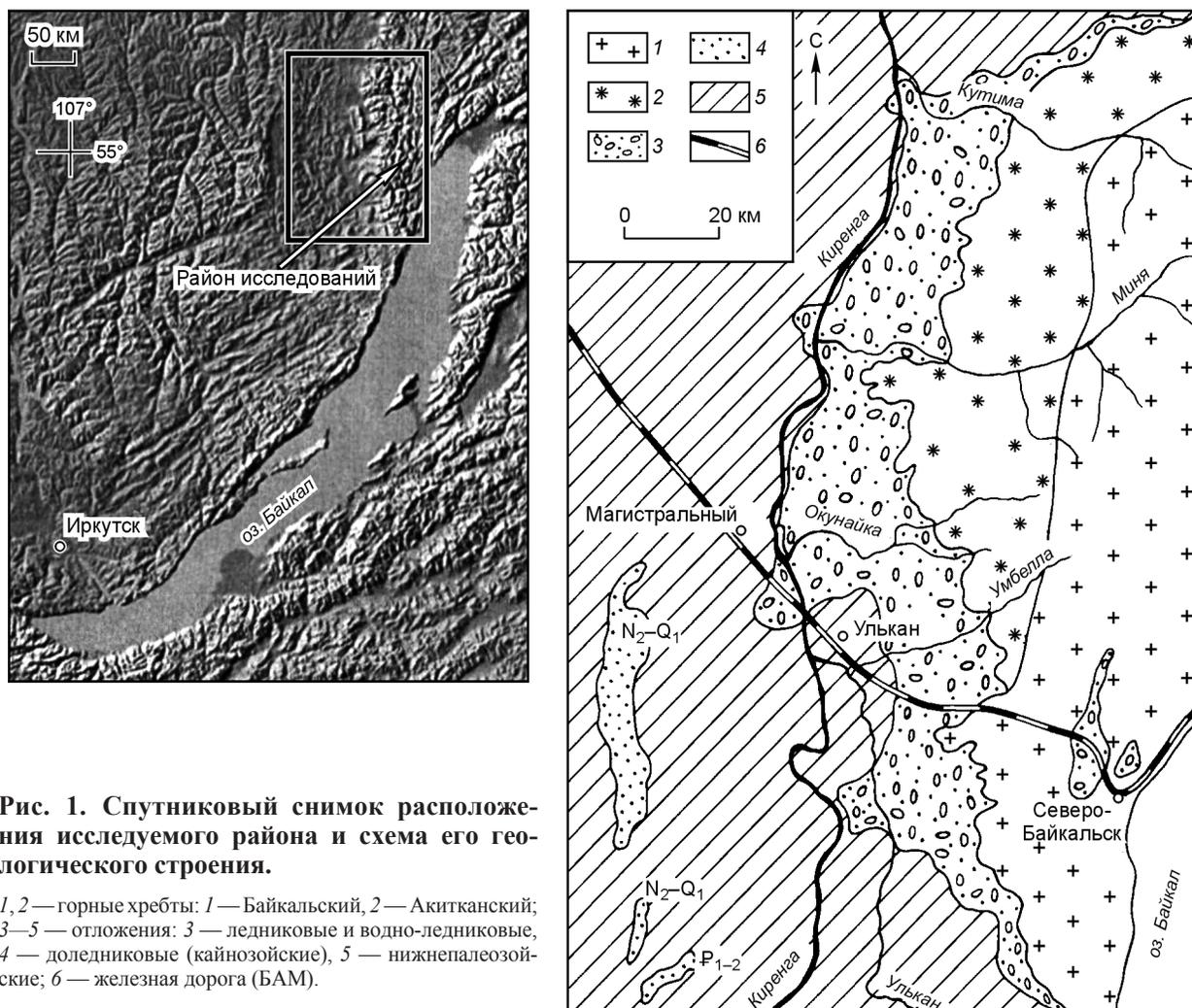


Рис. 1. Спутниковый снимок расположения исследуемого района и схема его геологического строения.

1, 2 — горные хребты: 1 — Байкальский, 2 — Аkitканский; 3—5 — отложения: 3 — ледниковые и водно-ледниковые, 4 — доледниковые (кайнозойские), 5 — нижнепалеозойские; 6 — железная дорога (БАМ).

ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении экспедиционных работ по археологическому обследованию территории нефтепроводной системы Восточная Сибирь—Тихий океан (Киренский и Казачинско-Ленский районы Иркутской области) получены новые данные по составу моренных и флювиогляциальных отложений, а также площадям их распространения (рис. 1). Этому способствовал большой объем археологических раскопок, пройденных с целью выявления стоянок первобытного человека. Исследования сопровождалось литолого-стратиграфическим изучением вскрытых разрезов. Все виды лабораторных литологических и палинологических исследований выполнены в лаборатории стратиграфии и литогенеза ИЗК СО РАН. Полному литологическому исследованию (гранулометрический и минералогический анализы, а также анализ минералов глинистой фракции) было подвергнуто 32 пробы. Гранулометрический состав субэаральных осадков получен методами сита на ситах (>1.0 ; $1.0-0.5$; $0.5-0.25$; $0.25-0.1$ и $0.1-0.05$ мм) и отмучивания ($0.05-0.01$ и <0.001 мм) через 20 мин и 24 ч соответственно [Методы..., 1957]. Вся совокупность минералов размером от 0.25 до 0.05 мм подвергалась делению на легкую и тяжелую фракции с помощью бромформа, а затем детально исследовалась в иммерсионных препаратах. При минералогической классификации песчано-алевритовых образований использовались систематики, предложенные В.Д. Шутовым [1972], а при классификации терригенного материала и определении степени его окатанности — Л.Б. Рухиным [1969].

МОРЕННЫЕ И ВОДНО-ЛЕДНИКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ЗАПАДНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ

Четвертичный период в Прибайкалье ознаменовался сильнейшим оледенением горных сооружений [Маслов, 1939; Кульчицкий, 1973, 1985]. С Байкальского, Аkitканского, Унгдарского и других горных хребтов неоднократно сходили ледники в Предбайкальскую (Северо-Западное Прибайкалье) впадину. На пути продвижения ледников возникли многочисленные валы морен, гряды и холмы водно-ледниковых

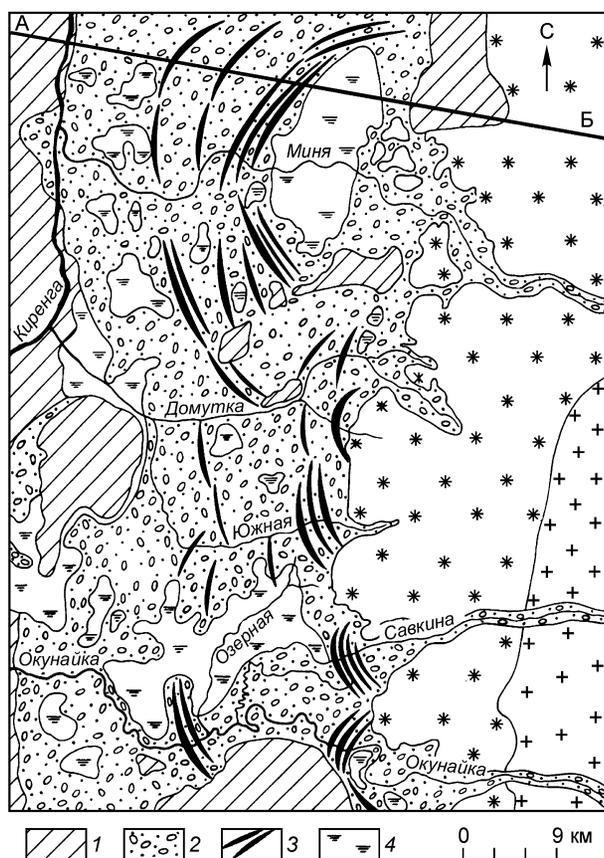


Рис. 2. План расположения моренных гряд и водно-ледниковых отложений на Миня-Окунайском междуречье.

1—4 — отложения: 1 — нижнепалеозойские, 2 — водно-ледниковые, 3 — моренные гряды, 4 — озерно-болотные. А—Б — линия геологического разреза. Ост. усл. обозн. см. на рис. 1.

отложений (озы и камы) и многочисленные локальные озера (рис. 2, 3). Их общие очертания сохранились в рельефе до наших дней.

Основная масса **моренных отложений** расположена в предгорье и лишь единичные морены проникли в глубь Предбайкальского прогиба на расстояние до 20 км (Миня-Окунайское междуречье). По всей видимости, их принесли мощные ледники с Байкальского и Аkitканского хребтов. Один из детально изученных разрезов моренных отложений располагается в отрогах Байкальского хребта на абс. высоте 767 м (55°44'05.1"N; 108° 44'22.6" E). Здесь, поперек широкой долины р. Кунерма, вблизи устья ее правого притока — р. Дельбичинда, обнажены моренные отложения (вал конечной морены), видимая мощность которых составляет 21 м. Глубина долины от перевала Даван к выходу реки из горной части увеличивается от 625 до 950 м; крутизна склонов — от 20 до 30—35°; ширина между бровками, наоборот, уменьшается от 7 до 3.5—4 км. Днище долины суживается к окраине от

1.7 до 1—0.5 км, и лишь на выходе к Среднесибирскому плоскогорью оно резко расширяется. Высоты отрогов Байкальского хребта в районе долины Кунермы находятся приблизительно на одном уровне. По вершинам разрозненных долинами горных массивов они колеблются в пределах 1400—1700 м. Абсолютные высоты днища долины снижаются от 980 м у перевала Даван до 519 м на выходе Кунермы из горной зоны. По течению Кунермы средний уклон днища долины равен 9 м/км.

Реконструируемая долина, по которой двигался ледник, перед устьем Дельбичинды (район пос. Гранитный) имеет уклон днища 20 м/км и крутизну склонов 20°. Склоны осложнены тектоническими ступенями, которые особенно четко выражены вдоль р. Дельбичинда на протяжении 4 км. Из-за этих ступеней склоны местами представляют собой лестницу. Аналогичные ступени имеются на склонах также вдоль долины Кунермы, севернее ручья Медвежий, между ручьями Дикий и Медвежий. Ступени состоят в основном из трещиноватых коренных пород, разбитых на блоки, плиты, глыбы. Рыхлый покров склонов



Рис. 3. Схематический геологический разрез по линии А—Б (см. рис. 2).

1—6 — отложения свиты: 1 — бельской (C_1^1), 2 — булайской (C_1^2), 3 — верхоленской (C_{2-3}), 4 — устькутской (O_1^1), 5 — суринской (O_2^2), 6 — хибеленской (PR_2); 7—9 — четвертичные отложения: 7 — моренные и водно-ледниковые, 8 — озерно-болотные, 9 — аллювиальные; 10 — моренные валы, 11 — разломы.



Рис. 4. Песчано-валунно-глыбовые моренные отложения дельбичиндинской толщи (устье Дельбичинды).



Рис. 5. Глыбово-валунно-песчаные моренные отложения (в окрестности пос. Гранитный).

маломощный, прерывистый. Ниже подножия склонов он залегает отдельными останцами преимущественно в западинах рельефа на коренных протерозойских гранодиоритах и ортогнейсах и представленными песчано-валунно-глыбовыми (рис. 4) и глыбово-валунно-песчаными (рис. 5) неслоистыми отложениями со щебнем и дресвой, образующими мощную однородную толщу, названную нами „дельбичиндинской“. Сероцветный пылеватый и разнозернистый песок, содержащийся в ее составе, является основным наполнителем и представляет собой ледниковую муку, образовавшуюся в „жерновах“ ледника. Песок по своему составу полимиктовый, разнозернистый. Весь осадочный материал интенсивно перемолот, но совершенно несортирован, так как в его литологическом формировании талые воды не принимали существенного участия. Встречаемые в данных отложениях обломки пород имеют 1-, 2-й балл окатанности. Местами в отложениях основной морены наблюдается ориентировка удлиненного валунно-галечного материала длинной осью вдоль направления движения ледника, что совпадает с общим простираем древних долин. Выполненные измерения размеров глыб позволили получить следующие результаты (см): 150×90×90; 100×64×55; 85×80×70; 85×80×70 и 65×60×50. Петрографический состав глыб, валунов и галечника одинаков и представлен гранитоидами, кварцитами, фельзитовыми и кварцевыми порфирами, амфиболитами и т. д. На поверхности некоторых валунов и крупных галек из основания исследуемых моренных отложений обнаружены царапины — ледниковые шрамы (рис. 6).

По результатам подсчета простирающихся рядов моренных валов, количество спускавшихся горных ледников в Предбайкальскую впадину со стороны Аkitканского хребта было не менее семи, в то время как в районе Байкальского хребта число рядов выявленных нами конечных морен не превышало пяти. Вполне возможно, что часть валов является результатом осцилляций одного ледника. В плане конечные морены имеют форму сегментов, располагающихся веерообразно (см. рис. 2). Их протяженность от 3 до 12 км. На схематическом геологическом разрезе видно, что моренные сегментовидные веероподобно расположенные валы подпирают друг друга (см. рис. 3). На Миня-Окунайском междуречье валы конечных морен достигают 1.5 км в длину, 600 м в ширину и 30 м в высоту. Они сложены песчано-гравийными отложениями и галечниками с включением отдельных валунов. Слоистость в песчано-гравийных отложениях данного типа почти всюду отсутствует и лишь на отдельных участках встречаются разнозернистые пески с горизонтальной и косой



Рис. 6. Ледниковые шрамы на валуне (дельбичиндинская толща).

слоистостью. Крупные косослоистые серии обычно быстро выклиниваются на расстоянии от 12 до 25 м, замещаясь горизонтально-слоистыми гравийно-галечными образованиями.

Проведенные лабораторные исследования отложений из дельбичиндинской толщи показали, что гранулометрический состав песчано-алевритовой фракции постепенно изменяется от основания морены к ее кровле (рис. 7). В нижней части толщи господствуют разнотернистые пески, в которых содержание грубозернистой (мелкогалечно-гравелитовой) фракции (>2 мм) колеблется от 22 до 30 %, крупнозернистой (2—0.5 мм) — от 40 до 50 %, среднетернистой (0.5—0.25 мм) — около 10 %, мелкозернистой (0.25—0.05 мм) — от 15 до 24 %. Количество алевритовой фракции (0.05—0.005 мм) не превышает 6.5 %, а глинистой — 8 %. В кровле толщи количество грубозернистой фракции резко возрастает до 52 %, содержание крупнозернистого материала остается почти без изменений (около 40 %), а среднетернистой, мелкозернистой, алевритовой и глинистой фракций сокращается до 4.6; 1; 1 и 1.3 % соответственно.

Поведение минералов в составе легкой фракции на всем протяжении анализируемого разреза морены остается практически стабильным, и лишь количество кварца незначительно возрастает и в кровле толщи достигает 50 %. Кроме кварца в составе минералов легкой фракции отмечены плагиоклазы (20—28 %), калиевые полевые шпаты (25—40 %) и обломки пород (3—6 %). Отложения с таким минералогическим составом относятся к аркозам.

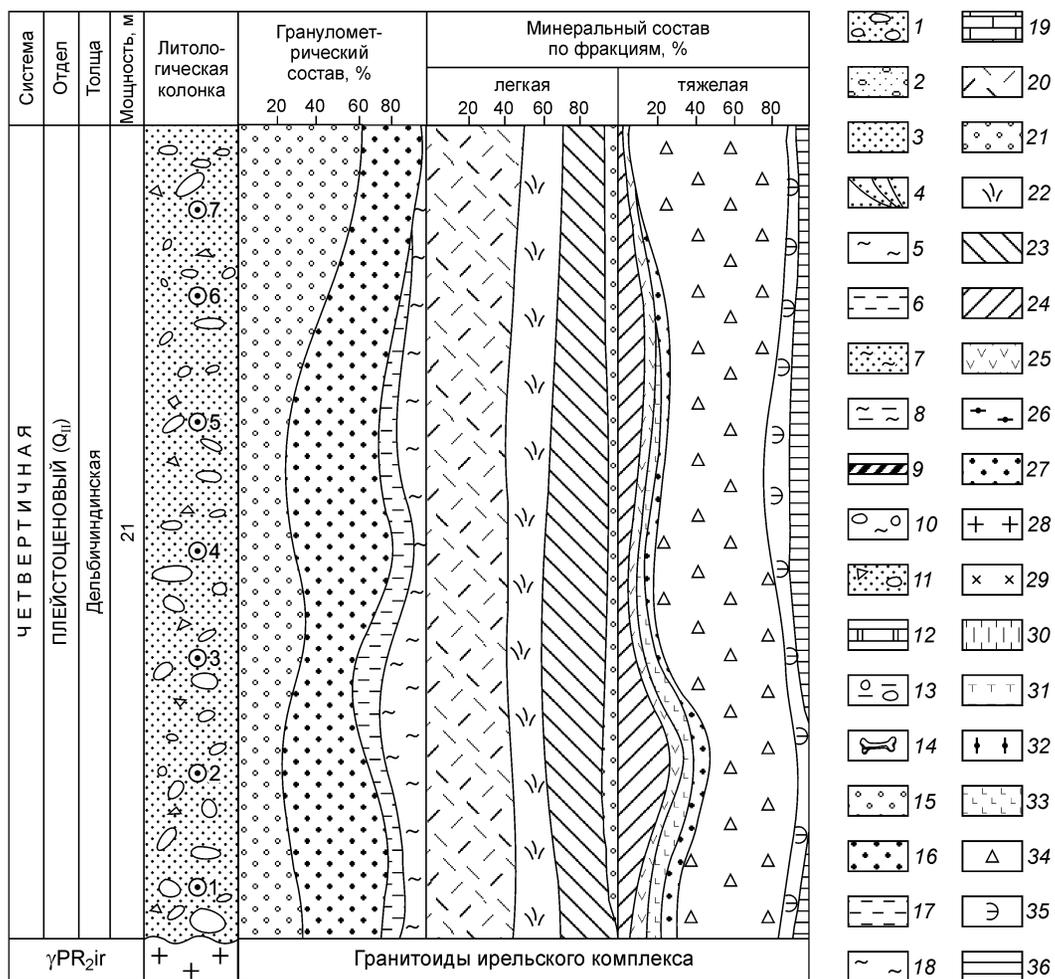


Рис. 7. Литолого-стратиграфический разрез моренных отложений (дельбичиндинская толща).

В литологических колонках кружками с точкой и цифрой указаны места отбора проб. 1—13 — отложения: 1 — песчано-валунно-галечные, 2 — песчано-галечные, 3 — пески, 4 — пески слоистые, 5 — глины, 6 — алевриты, 7 — супеси, 8 — суглинки, 9 — кираса, 10 — глины с включениями валунов и галечников, 11 — песчано-щебнисто-галечные, 12 — погребенные почвы, 13 — суглинки с включениями дресвы и галечника; 14 — кости крупного млекопитающего; 15—19 — гранулометрический состав (фракции, мм): 15 — более 2, 16 — 2—0.5, 17 — 0.5—0.25, 18 — 0.25—0.1, 19 — менее 0.1; 20—23 — минеральный состав легкой фракции: 20 — кварц, 21 — обломки пород, 22 — плагиоклазы, 23 — калиевые полевые шпаты; 24—36 — минеральный состав тяжелой фракции: 24 — магнетит, 25 — ильменит, 26 — циркон, 27 — рутил, 28 — лейкоксен, 29 — сидерит, 30 — сфен, 31 — турмалин, 32 — псиломелан, 33 — гетит, 34 — группа амфиболов, 35 — группа эпидота, 36 — апатит.

Минералы тяжелой фракции в видовом составе почти не изменяются в разрезе всей толщи (магнетит-амфиболовая ассоциация), при этом их содержание колеблется в следующих пределах: магнетит от 3 до 30 %, группа амфиболов от 55 до 80 %, а ильменита, рутила, эпидота и сфена от 2 до 5 % каждого. Кроме того, в единичных знаках и долях процента отмечено присутствие гранатов, циркона, пироксенов, сидерита, гетита, гематита, лейкоксена, флюорита, биотита, турмалина, ставролита и силлиманита. Все зерна вышеперечисленных минералов обладают угловатой и угловато-окатанной формой.

Приведенные данные по вещественному составу дельбичиндинской толщи, залегающей на гранитоидах ирельского комплекса верхнего протерозоя, свидетельствует о том, что ее формирование происходило за счет экзарации преимущественно амфиболитов иликтинской свиты нижнего протерозоя, широко развитых на вершинах Байкальского хребта. Подобные отложения обнаружены в составе конечных морен в 10 км от устья р. Миня и в других местах, но наиболее полный разрез моренных отложений отмечен в долине р. Окунайка. Здесь крутой обрыв сложен валунно-галечниковым материалом с желтовато-серой супесью, заполнившей все пространство вокруг псефитового материала. Петрографический состав галек и валунов (гранитоиды, фельзитовые порфиры, гранит-порфиры, кварциты, известняки, доломиты) тождествен галечниковому и валунному материалу из нижнедевонских образований орночеканской свиты. Экзарация и последующее переотложение красноцветных слабосцементированных конгломератов орночеканской свиты, вмещающих валуны, происходили на огромной площади, охватывающей всю северо-западную часть Предбайкальского прогиба. В настоящее время сохранились останцы конгломератов орночеканской свиты. Их площадь достигает 25 км². Отсутствие на глыбах и валунах из моренных отложений многочисленных шрамов, борозд, штриховки и других видов ледниковой деятельности объясняется тем, что спускавшиеся с гор ледники эродировали выходящий на дневную поверхность хорошо окатанный в раннедевонскую эпоху в Прибайкальском палеобассейне красноцветный валунно-галечный материал [Акулов, 2004]. Вследствие своей хорошей окатанности валунно-галечный материал легко перекачивался и был менее уязвим к механическому воздействию. Вполне возможно, что часть валунов и галек со следами ледниковой штриховки сосредоточена в нижних горизонтах морен, которые в настоящее время перекрыты вышележащими отложениями.

Ледники при своем движении по горным склонам и древним речным долинам совершили мощную экзарацию, которая привела к образованию курчавых скал, ледниковых борозд и ледниковой шлифовки на коренных магматических и метаморфических породах протерозоя. Результаты этой деятельности почти всюду видны на обнаженных крутых ($\geq 40^\circ$) склонах Аkitканского и Байкальского хребтов. В тыловой части валов конечных морен, обнаруженных в среднем течении р. Миня, в верховьях р. Домутка и в других местах, возникли подпрудные (цунговые) озера ледникового происхождения, которые к настоящему времени заполнились терригенными осадками и представляют собой обширные болота (см. рис. 2). Вдоль переднего фронта сегментовидных моренных валов также сформировалась целая серия озер, но гораздо меньших размеров. Именно отсюда начинается распространение водно-ледниковых отложений, которые простираются от валов конечных морен в западном направлении почти на 20 км, а их площадь охватывает свыше 200 км². По мере удаления от Аkitканского и Байкальского хребтов в западном направлении, мощность водно-ледниковых отложений постепенно сокращается до полного их исчезновения вблизи долины р. Киренга (см. рис. 1).

Водно-ледниковые отложения отчетливо делятся на ледниково-речные (флювиогляциальные), флювиогляциально-селевые и ледниково-озерные. По типу формирования ледниково-озерные отложения подразделены на приледниковые (перигляциальные) и внутриледниковые (интрагляциальные). Если в первом случае рельеф, образованный после завершения оледенения и исчезновения ледников, представлен ледниково-озерными равнинами (зандрами) и относительно небольшими, простирающимися вдоль направления следования ледника на 5—6 км, продолговато-овальными холмами (радиальными озами), то во втором — аккумулятивными формами в виде округлых конусовидных куполов с плоскими вершинами (камов). В радиальных озах длинная ось холмов совпадает с направлением движения водно-ледниковых потоков (ЮЗ 250°). Их останцы почти всюду приурочены к водоразделам современных рек, глубоко расчленивших послеледниковый рельеф, что и послужило основой для отнесения их к категории „водораздельных галечников“. Один из таких участков — устье Окунайки (правый приток Киренги), где моренные отложения возвышаются над уровнем реки почти на 60 м. О.М. Адаменко с соавторами [1974], проводившие исследование данных отложений в приустьевой части р. Балдахинья (левый приток Киренги), назвали их водно-ледниковой ульканской толщей, которую они расчленили на три пачки (снизу):

	Мощность, м
1. Пески с горизонтальной и косой слоистостью красновато-серого цвета	10.0
2. Глины с ленточной слоистостью и суглинки красно-коричневые	18.0
3. Глины красно-вишневого цвета с включениями валунов и глыб с ориентировочным весом 0.2—0.3 т	15.0
Почвенно-растительный слой	0.07

Проведенные нами исследования показали, что собственно водно-ледниковыми являются отложения только третьей пачки. Две другие сформировались в доледниковую теплую эпоху. На это указывают их вещественный состав и спорово-пыльцевые комплексы, обнаруженные в ленточных глинах второй пачки. Палинологические анализы, выполненные Л.М. Шестаковой и Л.А. Филимоновой, показали, что в исследуемых глинах содержится пыльца широколиственных деревьев (дуба, лещины и др.). Кроме того, в красно-коричневых суглинках этой же пачки обнаружены обломки костей, которые, по определению Л.Н. Иваньева, представляют собой части лучевой и тазовой костей крупного млекопитающего *Elephas sp.* (s. l.), обитавшего в доледниковую эпоху плейстоцена [Кульчицкий, 1973; Адаменко и др., 1974]. Основываясь на этом, к собственно водно-ледниковым отложениям ульканской толщи следует относить лишь валунно-глыбовые глины (третья пачка).

При геологическом картировании масштаба 1:200 000 все доледниковые кайнозойские образования Б.И. Ершовым (1967 г.) были отнесены к чингорской толще (N_2-Q_1 — плиоцен-нижнечетвертичные отложения). Они состоят из желтовато-серого гравия, бурых глин, серых песков и серовато-бурых суглинков. Таким образом, отложения второй и третьей пачек соответствуют чингорской толще. В некоторых горных карьерах гравийно-галечные отложения чингорской толщи сформировались за счет размыва и переотложения ранее выветрелых гравийно-галечных образований и продуктов мел-палеогеновой коры выветривания. На это указывает то, что вся толща содержит почти равномерно распределенную (около 30 % от общего объема терригенного материала) белую каолинитизированную гальку, линзы мономиктовых кварцевых песков и белых каолиновых глин, вследствие чего серовато-желтые отложения толщи приобрели белесый оттенок.

Совершенно иными литологическими свойствами обладают доледниковые образования верхней пачки чингорской толщи, отнесенной О.М. Адаменко и его коллегами [1974] к ледниковым образованиям. Они детально исследовались нами в одном из горных карьеров (карьер № 1), расположенном в 1.5 км от левобережья Балдахиньи и в 2.5 км от ее впадения в Киренгу. Эти отложения залегают с размывом на нижеордовикских известняках устькутской свиты (рис. 8). Они представлены (снизу вверх):

	Мощность, м
1. Гравий хорошо промытый и отсортированный, буровато-серый, с пологонаклонной слоистостью	2.1
2. Суглинок светло-серый, массивный	0.3
3. Песок светло-желтый, косослоистый хорошо отсортированный и промытый, мелкозернистый полимиктовый, хорошо промытый	0.2
4. Гравий серый, массивный, плохо промытый	0.3
5. Песок светло-серый, мелкозернистый, кварцевый, с пологонаклонной слоистостью	1.2
6. Гравий массивный, плохо промытый, серый	0.18
7. Песок серый, разнозернистый (крупно- и среднезернистый)	0.12
8. Глина беловато-желтая, горизонтально-слоистая	1.1
9. Песок темно-желтый, мелкозернистый, горизонтально-слоистый с маломощным (4 см) прослоем кирасы в кровле пласта	0.8
Суммарная мощность вскрытых отложений	6.3

Пологонаклонная слоистость, хорошая отсортированность и промытость псаммитового материала свидетельствуют о его аккумуляции в озерно-дельтовых условиях, при теплом, относительно влажном климате. Возраст толщи установлен по спорово-пыльцевому комплексу, в котором выявлены: *Abies sp.*, *Tsuga sp.*, *T. diversifolia*, *Picea sp.*, *Larix sp.*, *Pinus diploxylon*, мелколиственная пыльца *Betula sp.*, *Alnus sp.*, широколиственная пыльца (единично) *Corylus sp.*, *Tuglans sp.*, *Quercus sp.*, кверкоидная пыльца. Пыльца трав встречается в большом количестве (*Artemisia sp.*, *Gramineae sp.* и прочее разнотравье). Отмечено присутствие экзотических хвойных *Pinus haploxylon* и *P. strobus*. В составе спорово-пыльцевого комплекса доминирует пыльца семейства *Pinaceae* (55—69 %). Приведенный пыльцевой комплекс позволяет считать, что содержащие его отложения чингорской толщи сформировались в плиоцен-раннеэоплейстоценовую эпоху.

Гранулометрический анализ данных отложений показал, что в составе гравийных отложений количество грубозернистого материала постепенно сокращается от основания толщи (обр. 13; 40 %) к кровле (обр. 4; 9 %), а содержание крупно-, средне- и мелкозернистой фракций — возрастает.

В составе минералов легкой фракции в гравийных и песчаных отложениях господствует кварц (от 55 до 90 %), а оставшаяся часть почти полностью принадлежит обломкам пород, так как содержание плагиоклазов и калиевых полевых шпатов не превышает 2 %. Выявленный состав минералов легкой фракции позволяет отнести исследуемые отложения к кремнекласитно-кварцевым образованиям.

Минеральный состав тяжелой фракции (рутил-лейкоксен-цирконовая ассоциация) почти на всем протяжении разреза представлен цирконом (от 22 до 52 %), рутилом (от 4 до 16 %) и лейкоксеном (от 23 до 38 %). Кроме того, в нижней части разреза содержится псиломелан, количество которого резко сокращается от базального горизонта (42 %) к средней части чингорской толщи (2.8 %). В верхней части

Рис. 8. Литолого-стратиграфический разрез доледниковых (чингорская толща) и водно-ледниковых (ульканская толща) отложений (карьер № 1).

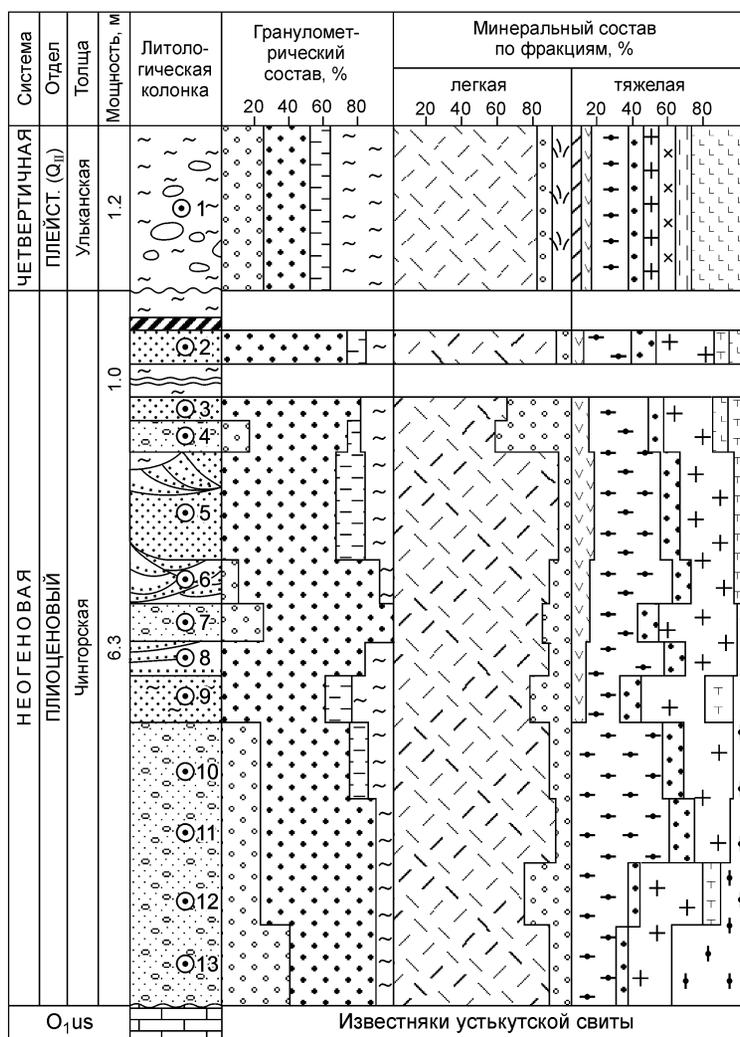
Усл. обозн. см. на рис. 7.

разреза появляется турмалин (до 8 %) и ильменит (до 7 %). В единичных знаках и долях процента отмечены магнетит, гранаты, сфен, брукит, амфиболы (роговая обманка, тремолит и актинолит), пироксены, дистен, ставролит, сидерит, гетит и пирит. Интересно отметить, что во всех типах исследуемых отложений обнаружен весьма редкий минерал — флоренсит, содержание которого (сверху вниз по разрезу) возрастает от единичных знаков до 1.4 %. Форма зерен рассмотренных минералов хорошо окатанная и только зерна кварца и обломки пород в составе легкой фракции угловато-окатанные.

Важно подчеркнуть, что на вышеописанных отложениях с размывом залегают весьма однородного „замеса“ массивные красновато-коричневые водно-ледниковые глины (валунные глины), вмещающие отдельные валуны, количество которых занимает около 10 % всего объема породы. Валуны высшей степени окатанности и представлены гранитоидами и фельзитовыми порфирами. Валуны обладают равным размером, редко превышающим 29×27×19 см. Мощность валунно-глинистых образований достигает 1.6 м. Данные отложения подобны вышеописанным водно-ледниковым образованиям ульканской толщи. Их минералогический анализ показал, что они значительно отличаются от подстилающих их отложений по составу минералов тяжелой фракции (гетит-цирконовая ассоциация) присутствием в их составе гетита (23.8 %), сидерита (10.2 %) и сфена (8.4 %). В них также обнаружены флоренсит (0.2 %), циркон (26.8 %), магнетит (8.6 %), ильменит (8.8 %), рутил (7 %), эпидот (1.6 %), турмалин (1.6 %) и роговая обманка (0.8 %).

В составе минералов легкой фракции, как и в подстилающих образованиях, в них доминирует кварц (84.4 %) и обломки пород (9.6 %). Аналогичный состав минералов легкой фракции выявлен и в подстилающих кремнекlastито-кварцевых образованиях чингорской толщи. Кроме того, здесь обнаружены плагиоклазы (5 %), калиевые полевые шпаты (0.6 %), мусковит (0.3 %) и углефицированные растительные остатки (0.1 %). Форма зерен данных минералов угловато-окатанная. Гранулометрический анализ обломочного материала, полученного после водной отмывки глинистой фракции валунно-глинистых отложений, позволил установить, что около 20 % терригенного материала относится к классу грубозернистого, 32 % — крупнозернистого, 14 % — среднезернистого, а оставшаяся часть — мелкозернистого. По-видимому, валунно-глинистые отложения формировались при интенсивном таянии ледников, которое способствовало образованию на обширных площадях мощных селевых потоков.

Флювиогляциально-селевые отложения мощностью около 1.5 м обычно залегают на вышеописанной чингорской толще или на средневерхнекембрийских красноцветных аргиллитах верхоленской свиты. Отложения данного комплекса вскрыты и на левом борту долины р. Киренга. Они сложены красноцветной или светло-коричневой очень вязкой глиной, вмещающей преимущественно хорошо окатанные валуны и отдельные гальки. Красноцветность флювиогляциально-селевых отложений обусловлена тем, что они состоят в основном из продуктов размыва подстилающих коренных пород верхоленской свиты. Очевидно, некоторые водно-ледниковые потоки пересекали русло Киренги. В шурфе, пройденном на склоне левого



борта долины Киренги (напротив устья р. Окунайка), на высоте 150 м над уровнем реки, вскрыты (снизу вверх):

	Мощность, м
1. Аргиллиты красноцветные с горизонтальной слоистостью	более 0.35
2. Валунно-щебнисто-глинистые отложения коричневатого-серого цвета	0.3
3. Валунно-щебнисто-суглинистые отложения светло-коричневого цвета	0.15
4. Суглинки коричневатого-серого цвета с включениями дресвы и галечника	0.65
5. Супесь светло-серая	0.15
Почвенно-растительный слой	0.05

Собственно флювиогляциально-селевыми образованиями являются отложения второго и третьего пластов. Выявленные в их составе неокатанные обломки представлены местными известняками и песчаниками устькунтской свиты (рис. 9). Кроме того, в отложениях встречено большое количество валунов. Размер валунов из валунно-щебнисто-глинистых отложений следующий (см): 25×13×14; 20×12×11; 29×27×17; 21×16×11; 25×14×9; 24×17×13. Их петрографический состав преимущественно гранитоидный и значительно реже — эффузивный. Они хорошо окатаны и представлены: гранит-порфирами, катаклазированными гранитами, гранодиорит-порфирами и blastsмилонитовыми гранитами. Гранит-порфиры обладают полнокристаллической структурой. Отдельные крупные (2—4 мм) вкрапленники полевого шпата содержат измененный плагиоклаз. Основная масса состоит из плагиоклаза, полевого шпата, кварца, амфибола, хлорита, эпидота, апатита и рудного минерала, который наряду с амфиболом образует относительно крупные (до 2.5 мм) скопления. Минералогический анализ шлифов показал, что гранодиорит-порфиры имеют следующий состав: плагиоклаз (40—45 %), калиевый полевой шпат (20—25 %), кварц (10—20 %), роговая обманка (10—15 %); аксессуарные минералы представлены апатитом (до 2 %), сфеном, цирконом, титаномагнетитом, реже ортитом.

Валуны эффузивных пород по своему петрографическому составу относятся к риолит-порфирам (липаритам). Риолит-порфиры обладают отчетливо выраженной порфировой структурой, основная масса которой представлена гранофировым микрогранитом. Порфировые вкрапленники состоят из плагиоклаза, полевого шпата и кварца. Кварц образует короткопризматические кристаллы, местами интенсивно корродированные. Полевые шпаты и плагиоклаз частично замещены хлоритом и карбонатом. Хлорит имеет радиально-лучистое строение. Рудные включения достигают 0.3 мм. Основная масса липаритов имеет скрытокристаллическую структуру и местами отчетливо проявленную флюидальную текстуру. Липариты содержат вкрапленники кварца, калинатрового полевого шпата и плагиоклаза. Хорошая степень окатанности глыбово-валунного материала, несомненно, указывает на его переотложение из более древних отложений при их переносе в водной среде. Основным источником вышеописанных валунов являлись образования ирельского интрузивного комплекса и валунно-галечный материал из девонских конгломератов орночеканской свиты.

Минералогический анализ песчаного материала — заполнителя из валунно-щебнистых отложений, названных нами „окунайской“ толщей, показал, что в составе их легкой фракции до 42 % кварца, 16 % плагиоклазов, 8 % калиевых полевых шпатов и до 45 % обломков пород (рис. 10). Псаммитовые отложения с таким содержанием минералов легкой фракции обычно называют полевошпатово-кварцевыми граувакками. Минералы тяжелой фракции (ильменит-амфибол-магнетитовая ассоциация) представлены магнетитом (37 %), амфиболами (28 %), ильменитом (23 %), цирконом (12 %) и эпидотом (около 8 %). В единичных знаках и долях процента здесь встречены гранаты, сфен, пироксены, апатит, турмалин, флоренсит, гетит и гематит. Все зерна угловато-окатанной и окатанной формы.



Пробы, взятые из второго слоя вышеописанного разреза рыхлых отложений на спорово-пыльцевой анализ, показали, что в спектрах трех образцов преобладает пыльца древесных пород (52—87 %), основную часть которых составляет пыльца хвойных деревьев. Преобладает сосна (*Pinus sylvestris*) — 30—55 %, сопутствуют кедр (*Pinus sibirica*) — 11—23 %, ель (*Picea obovata*) — 4—7 %, изредка пихта (*Abies sibirica*). Лиственные породы представлены единичной пылью ольхи (*Alnus*) и

Рис. 9. Флювиогляциально-селевые отложения (шурф № 62, левый борт долины Киренги, напротив устья Окунайки).

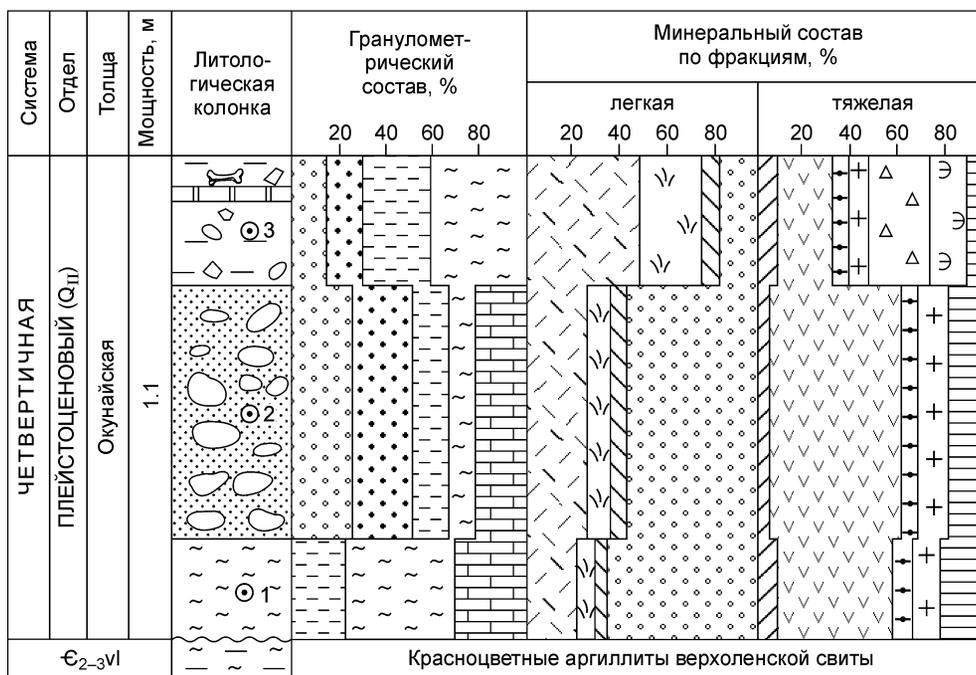


Рис. 10. Литолого-стратиграфический разрез окунайской толщи, шурф № 62.

Усл. обозн. см. на рис. 7.

березы древовидной (*Betula secs. Albae*). Пыльца кустарников — кедровый стланик (*Pinus pumila*), кустарниковые березы (*Betula secs. Nanae*), душекия (*Duschekia*) — малочисленна. В нижних образцах (0.6—0.9 м) заметна роль пыльцы трав, особенно полыни (*Artemisia*), а в верхнем — спор плаунов (*Lycopodium sp.*), в том числе виды — обитатели хвойных лесов — *L. clavatum*, *L. annotinum*, *L. complanatum*, гроздовника (*Botrychium*, растущий на осьпях, щепнистых субстратах) и папоротников (из семейства Polypodiaceae).

Спорово-пыльцевые спектры отражают наличие кедрово-сосновых лесов с участием ели, пихты и редко ольхи и березы. Кустарниковый и травянистый покров был развит слабо. Имелись открытые участки в виде осыпей, слабо задернованных щепнистых склонов. Значительное число лесных видов плаунов и уменьшение доли древесных пород (52 %) в спектре из верхней части разреза, возможно, указывает на присутствие в составе лесов лиственницы, пыльца которой плохо сохраняется. Растительное сообщество, выявленное в данном разрезе, вероятнее всего, развивалось в течение позднего плейстоцена или начале раннего голоцена. Таким образом, по времени образования данные флювиогляциально-селевые отложения, вероятнее всего, соответствуют сартанскому (Q_{III}⁴) оледенению Западной Сибири и, согласно Альпийской стратиграфической схеме, синхронны позднему вюрму (вюрм-III).

Важно отметить, что в составе коричневатых-серых суглинков четвертого пласта обнаружена кость крупного млекопитающего. В аналогичных отложениях, вскрытых в процессе проведения археологических раскопов на водоразделе Балдахинья—Тала (раскоп № 1), найдена колотая кость, фрагменты керамических сосудов и множество отщепов (рис. 11).

Ледниково-речные отложения широко распространены на правом берегу Киренги в районах устьев ее правых притоков Окунайка, Умбелла, Миня и Кутима (рис. 12). Они представлены песчано-галечными отложениями, содержащими хорошо окатанные валуны и глыбы (рис. 13). Размер глыб достигает 2.1 м вдоль длинной оси. Средний размер валунов 23×20×16 см, а галек — 5×3×2 см. Количество глыб около 5 %, валунов —



Рис. 11. Фрагменты керамики из первого культуросодержащего слоя из раскопа № 1 (район устья Окунайки).

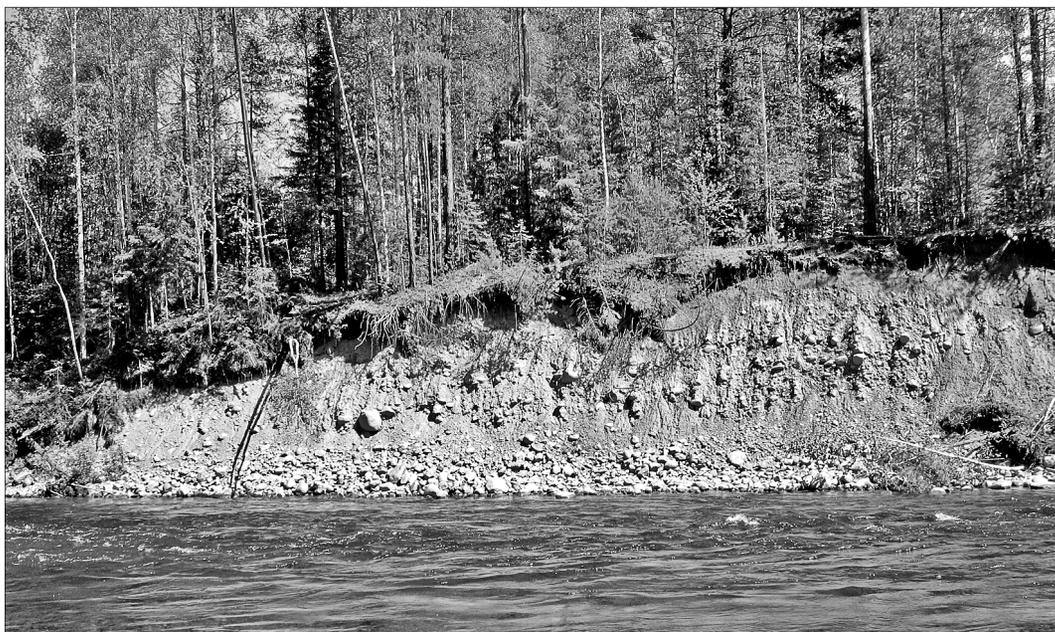


Рис. 12. Флювиогляциальные отложения на левом борту р. Умбелла (район ее устья).

10 %, галечника — до 40 % от общего объема данных отложений, а оставшаяся часть представлена разнозернистым песком. По петрографическому составу валунно-глыбовый материал представлен преимущественно гранитоидами. Отложения плохо отсортированы, обладают желтовато-серым цветом, крупной горизонтальной и пологонаклонной слоистостью. Разнозернистые пески представлены кварцевыми граувакками, так как состоят из кварца (27 %), плагиоклазов (6 %) и обломков пород (77 %). В составе минералов тяжелой фракции отмечены ильменит (58 %), апатит (21 %), лейкоксен (12 %), циркон (6 %). Оставшуюся часть (3 %) занимают амфиболы, магнетит, хромшпинелиды, сидерит, флоренсит, турмалин, рутил, гематит и гетит.

Наиболее отчетливо выраженные ледниково-речные отложения обнажены у устья р. Умбелла. По данным С.М. Замараева и его коллег [1976], здесь в 50—55-метровом обрыве под лессовидными суглинками желтовато-серого цвета мощностью в 1.5 м обнажены горизонтально-слоистые галечники, переслаивающиеся с глинисто-алевритовыми отложениями и песками, образовавшиеся в процессе таяния ледников в районе конечных морен. По их мнению, данные ледники — результат максимума самаровского оледенения (Q_{III}^2). Моренные образования представлены глыбово-валунными скоплениями с псаммитово-глинистым наполнителем. Песчано-глинистые ледниково-речные отложения содержат споры и пыльцу, характерную, по определению М.В. Литвинцевой, для сосново-березовых лесов с ольхой, ивой и незначительным травянистым покровом.

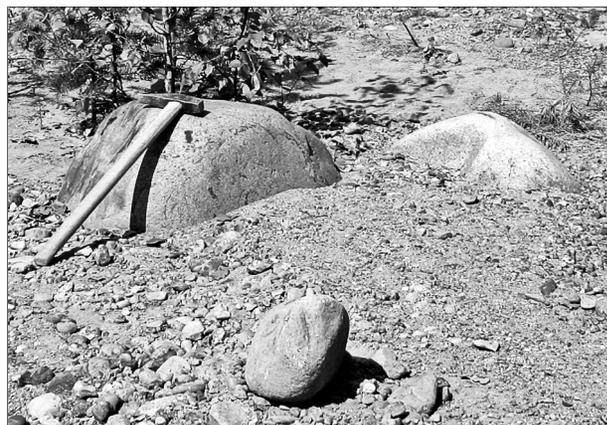


Рис. 13. Хорошо окатанные глыбы и валуны из флювиогляциальных отложений (карьер № 2 на Миня-Окунайском водоразделе).

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенные исследования разобщенных останцов „водораздельных галечников“ показали, что они являются продуктом мощных водно-ледниковых процессов. Деятельность ледников послужила основой для формирования различных типов ледниковых отложений, среди которых главенствующая роль по объему осадочного наполнения принадлежит ледниково-речным образованиям. Уцелевшие от многовековой эрозии останцы этих флювиогляциальных отложений и составляют всю совокупность „водораздельных галечников“. Необходимо отметить, что рассматриваемые нами „водораздельные галечники“ А.А. Кульчицкий [1981] отнес к реликтам аккумулятивной составляющей исходного пенеплена — мел-палеогеновой поверхности выравнивания. Ш.Д. Курцерайте и В.М. Колдина (1956 г.) при геологическом картировании м-ба 1:200 000 условно считали их юрскими и сопоставляли с укугутской свитой внутреннего поля Иркутского амфитеатра (Чуно-Бирюсинское междуречье). По мнению Г.А. Кузнецова и Л.Я. Боровикова (1966 г.), „водораздельные галечники“ являются более молодыми, а по генезису — элювиально-делювиальными отложениями, которые образовались при размыве юрских конгломератов. Такой генезис вполне возможен, но это на Чуно-Бирюсинском водоразделе, в районе которого отсутствуют высокие горные хребты и где „водораздельные галечники“ не содержат валунов, а целиком состоят из галек 3- и 4-го баллов окатанности и разнозернистых песков. Размер галек от 1 до 5 см в поперечнике. Петрографический состав галек представлен кварцитами, кварцевыми порфиритами, кератофирами, гранитоидами и сланцами. Встречаются единичные гальки долеритов из триасовых траппов и магнетита. Таким образом, как по петрографическому составу, так и по наличию валунов „водораздельные галечники“ Северо-Западного Прибайкалья имеют совершенно иное происхождение. Наличие в них большого количества валунов и встречающиеся на валунах „ледниковые шрамы“, а также их приуроченность к полям развития моренных отложений — все это напрямую указывает на их водно-ледниковый генезис.

По мере удаления от Ачитканского и Байкальского хребтов в западном направлении мощность водно-ледниковых отложений постепенно сокращается до полного их исчезновения вблизи долины Киренги. По всей видимости, древнее русло Киренги находилось гораздо восточнее, ближе к горным хребтам, а под воздействием ледников было выпрямлено и смещено на несколько километров западнее. Об этом свидетельствует обширное поле водно-ледниковых отложений, простирающееся почти исключительно с правой стороны Киренги. На возможное перекрытие древней долины Пракиренги указывал и О.М. Адаменко с коллегами [1974]. Проведенные нами исследования позволили установить, что основная масса озерно-ледниковых отложений залегает на моренных, флювиогляциальных и флювиогляциально-селевых отложениях. На моренных отложениях происходило образование интрагляциальных озер. Их заложение произошло вследствие постепенного вытаивания „мертвого“ льда конечных морен, а перигляциальные озера, осадки которых залегают горизонтально на флювиогляциальных и флювиогляциально-селевых отложениях, вероятно, возникли за счет перекрытия Пракиренги мощными потоками флювиогляциальных и флювиогляциально-селевых отложений, которые преградили сток талых ледниковых вод и обусловили аккумуляцию ледниково-озерных отложений.

По мнению В.В. Ламакина [1963] (исследовавшего ледниковые отложения в береговой полосе Байкала), Э.И. Равского и его коллег [1964] (изучавших климаты Внутренней Азии в антропогене), О.М. Адаменко и его коллег [1974] (исследовавших геоморфологию и стратиграфию в Предбайкальском прогибе), в Западной Прибайкалье, как и в Западной Сибири, в антропогеновом периоде произошло четыре оледенения. Почти к аналогичному выводу пришел и Д.-Д.Б. Базаров с коллегами [1981], указавшими, что горные хребты Северного Прибайкалья и западной части Станового нагорья испытали трех-четырёхкратное оледенение (в зависимости от расположения горных склонов). Самое древнее оледенение было наиболее мощным. А.А. Кульчицкий [1973], оценивая результаты его деятельности, назвал его кунерминским оледенением и отметил, что оно синхронно самаровскому оледенению Западной Сибири, а также рисскому-I согласно Альпийской стратиграфической схеме, и датируется концом первой половины среднего плейстоцена (Q_{II}^2). Моренные отложения самаровского полупокровного оледенения максимально выдвинувшегося Кунерминского ледника впоследствии подверглись интенсивным эрозионным процессам, что привело к значительному сокращению их мощности, и лишь на отдельных участках они представлены наиболее полно. Количество крупнообломочного материала по мере удаления от основного фронта морен уменьшается; при этом окатанность терригенного материала возрастает. Последовавшее за первым оледенением потепление сопровождалось таянием ледников и формированием моренных отложений.

Вторая волна существенного похолодания соответствует тазовскому оледенению Западной Сибири, а также рисскому-II согласно Альпийской стратиграфической схеме, и датируется концом среднего плейстоцена (Q_{II}^4). Начиная с этого времени, все оледенения обладали горно-долинным характером. Моренные отложения этой фазы оледенения обнаружены на Миня-Окунайском водоразделе и в районе урочища Тока-Макит. После казанцевского потепления началось одно из сильнейших оледенений —



Рис. 14. Склоновые отложения, образованные посредством массового смещения продуктов выветривания горных пород вниз по склону.

Галька и валуны — чуждые этим отложениям, очевидно, привнесены с междуречных пространств, где они залегают в виде „водораздельных галечников“.

розовая терраса), Мунок (8—10-метровая терраса). Наступило каргинское межледниковье, которое сменилось четвертой фазой оледенения — сартанской, произошедшей в конце позднего (около 18—20 тыс. лет назад) плейстоцена (Q_{III}^4) и, согласно Альпийской стратиграфической схеме, синхронной позднему вюрму (вюрм-III).

По данным Т.А. Бурашниковой и ее соавторов [1978], мощность арктического ледникового покрова последнего оледенения, достигшего в Восточной Сибири почти устья Нижней Тунгуски, равнялась 1—2 км. Вероятно, далее следовала внеледниковая зона, которую на юго-востоке обрамляли исследованные нами горно-долинные ледники. На моренных и водно-ледниковых отложениях, простирающихся на Миня-Окунайском междуречье, обнаружена погребенная почва степного типа [Равский и др., 1964]. С ней связаны многие стоянки первобытного человека в Восточной Сибири, в том числе и выявленные нами археологические находки.

Следует отметить, что обломочный материал ледниковых водораздельных галечников в большом количестве разнесен экзогенными процессами по склонам современных речных долин. Так, в большинстве шурфов на склонах долины Балдахиньи, а также в других районах трассы трубопровода, в том числе и на левом крутом склоне Киренги, под почвенным суглинистым или супесчаным с дресвой и щебнями слоем мощностью от 0.3 до 0.8 м вскрыты рыхлые, обычно суглинистые отложения с обилием каменисто-щебнистых продуктов выветривания, а также галек и валунов с превосходной окатанностью (до 4 баллов). Галька и валуны состоят из интрузивных и эффузивных пород (гранитов, гранитоидов, фельзитов и т. д.), а различные по размерам обломки неокатанного материала представлены местными осадочными породами (известняками, аргиллитами, песчаниками). Мощность этих отложений колеблется в разных шурфах от первых десятков сантиметров до 0.5 м. Они залегают преимущественно на известняках литвинцевской свиты в составе структурного элювия. В данном слое, содержащем валуны и гальку, основным заполнителем является беловато-серая порошкообразная „известковая мука“ с дресвяными частицами — продукт физико-химического выветривания местных коренных пород (рис. 14). В долине р. Ирбукан (севернее пос. Казачинское, в 600 м восточнее д. Конец-Луг) такие отложения вскрыты шурфом на склоне южной экспозиции крутизной 10° в 100 м от его основания. Наличие известковой муки, хаотичная перемешанность окатанных и неокатанных обломков пород и отсутствие слоистости указывает на то, что формирование пласта происходило в субаэральной среде. Эти отложения следует расценивать как склоновые, образованные посредством медленного смещения продуктов выветривания горных пород вниз по склону. Процессы, их смещающие, — десерпция, а в периоды обильного увлажнения грунтов — солифлюкция. Галька и валуны, обычно несвойственные склоновым отложениям, очевидно, были вовлечены в смещение по склонам с субгоризонтальных участков междуречных пространств, где они залегают в виде „водораздельных галечников“. В процессе десерпционно-солифлюкционного перемещения рыхлого покрова галька, валуны и гравий перемешиваются с местными продуктами выветривания (обломками структурного элювия), в том числе с „известковой мукой“. Последняя в периоды интенсивного увлажнения и предельного намочения грунтов служила своеобразной смазкой для их интенсивного перемешивания и солифлюкционных массовых подвижек вниз по склону. Валуны и галька поступали в их состав не под воздействием водно-ледниковых процессов, а вследствие эволюционного преобразования склонов, из „водораздельных галечников“.

ВЫВОДЫ

„Водораздельные галечники“ Северо-Западного Прибайкалья (Предбайкальская впадина) — продукт мощных водно-ледниковых процессов.

Моренные отложения исследуемого региона сложены песчано-валунно-глыбовыми и глыбово-валунно-песчаными неслоистыми отложениями со щебнем и дресвой, образующими мощную однородную толщу, основным наполнителем в которой являются аркозовые пески с магнетит-амфиболовой ассоциацией минералов тяжелой фракции.

На исследованной территории наибольшее распространение получили флювиогляциальные отложения по сравнению с ледниково-озерными и флювиогляциально-селевыми. По типу формирования ледниково-озерные отложения подразделены на перигляциальные и интрагляциальные. Образование перигляциальных озер связано с подпрудой ледниками древней речной сети, а интрагляциальных озер — с вытаиванием „мертвого“ льда.

На водно-ледниковых образованиях залегают коричнево-серые супеси и суглинки, часто содержащие глыбы, щебень и погребенные почвы, которые являются культуровмещающими. В их составе выявлены все археологические находки.

Маломощные элювиальные каменисто-щебенистые, часто с „известковой мукой“ образования, которые залегают на эрозионных склонах и содержат валуны и гальку — результат сложных склоновых процессов десерпции, солифлюкции и дефлюкции. Валуны и галька поступали в их состав из „водораздельных галечников“ не под воздействием водно-ледниковых процессов, а вследствие эволюционного преобразования склонов.

Авторы благодарны В.В. Краснощеккову из ГУ Центра по сохранению историко-культурного наследия (археологическая служба Иркутска) за дружеское содействие при проведении экспедиционных работ и предоставленный археологический материал, а за проведенные лабораторные исследования — С.П. Сумкиной (гранулометрический анализ), Т.И. Храмцовой (минералогический анализ), Н.В. Кулагиной (палинологический анализ) и О.Н. Шестаковой (подготовка проб для палинологического анализа). Особую благодарность авторы выражают С.А. Кашику за ценные советы и консультацию.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 05-05-64103).

ЛИТЕРАТУРА

Адаменко О.М., Кульчицкий А.А., Адаменко Р.С. Стратиграфия четвертичных отложений Предбайкальского прогиба // Геология и геофизика, 1974 (8), с. 34—42.

Акулов Н.И. Палеогеография и условия накопления девонских осадков на юге Сибирской платформы // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2004, т. 12, № 3, с. 26—36.

Базаров Д.-Д.Б., Резанов И.Н., Будаев Р.Ц., Иметхенов А.Б., Дергаусова М.И., Резанова В.П., Савинова В.В. Геоморфология Северного Прибайкалья и Станового нагорья. М., Наука, 1981, 197 с.

Бурашников Т.А., Гросвальд М.Г., Суегова И.А. Объем арктического ледникового покрова в эпоху последнего оледенения Земли // Докл. АН СССР, 1978, т. 238, № 5, с. 1169—1172.

Замараев С.М., Адаменко О.М., Рязанов Г.В., Кульчицкий А.А., Адаменко Р.С., Викентьева Н.М. Структура и история развития Предбайкальского предгорного прогиба. М., Наука, 1976, 136 с.

Кульчицкий А.А. Отложения и палеонтология эпохи максимального оледенения Предбайкальской впадины // Геология и геофизика, 1973 (9), с. 60—66.

Кульчицкий А.А. Геоморфология Северо-Западного Прибайкалья // Некоторые вопросы геоморфологии Восточной Сибири. Иркутск, Изд-во ИГУ, 1981, с. 53—84.

Кульчицкий А.А. Плейстоценовые оледенения гор Северо-Западного Прибайкалья в зоне БАМ (на примере бассейна р. Кунерма) // Геология и геофизика, 1985 (2), с. 3—9.

Кульчицкий А.А., Кривоногов С.К., Мишарина В.А., Черняева Г.П. Опорный разрез верхнекайнозойских отложений Северного Байкала // Геология и геофизика, 1993, т. 34 (2), с. 3—11.

Ламакин В.В. Ледниковые отложения в береговой полосе Байкала // Тр. комиссии по изучению четвертичного периода АН СССР. М., Изд-во АН СССР, 1963, вып. 21, с. 126—147.

Логачев Н.А., Ломоносова Т.К., Климанова В.М. Кайнозойские отложения Иркутского амфитеатра. М., Наука, 1964, 194 с.

Маслов В.П. Следы древнего оледенения Северо-Байкальского нагорья // Статьи, посвященные В.А. Обручеву. М., Изд-во АН СССР, 1939, т. 2, с. 112—123.

Методы изучения осадочных пород. Т. 1 / Ред. Н.М. Страхо. М., Госгеолтехиздат, 1957, 670 с.

Равский Э.И., Александрова Л.П., Вангенгейм Э.А., Гербова В.Г., Голубева Л.В. Антропогеновые отложения юга Восточной Сибири. М., Наука, 1964, 280 с.

Рухин Л.Б. Основы литологии. Л., Недра, 1969, 703 с.

Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. М., Изд-во АН СССР, 1960, 258 с.

Шутов В.Д. Классификация песчаников // Граувакки. М., Наука, 1972, с. 21—24.