

4. *Мац В.Д., Уфимцев Г.Ф., Мандельбаум М.М. и др.* Кайнозой Байкальской рифтовой впадины: строение и геологическая история. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "Гео", 2001. 252 с.
5. *Трофимов А.Г.* Геология флювиальных отложений и этапы развития речной сети Северного Прибайкалья: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Иркутск: ИЗК СО РАН, 1994. 19 с.
6. *Намолова М.М.* Новейшая тектоника, золотоносные россыпи и история формирования рельефа центральной части Станового нагорья (Муйский горный район) // Рельеф и четвертичные отложения Станового нагорья. М.: Наука, 1981. С. 36–56.
7. *Осадчий С.С.* Региональный геоморфологический уровень в системе Муйских впадин и его неотектоническая интерпретация // Геоморфология. 1981. № 2. С. 84–91.
8. Геоморфология Северного Прибайкалья и Станового нагорья / Базаров Д.Б., Резанов И.Н., Будаев Р.Ц. и др. М.: Наука, 1981. 198 с.
9. Палеолимнологические реконструкции (Байкальская рифтовая зона) / Попова С.М., Мац В.Д., Черняева Г.П. и др. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. 111 с.
10. *Алексеев В.Р., Коген В.С., Шпак Н.С.* Новый морфоструктурный элемент Забайкалья по данным космических снимков // Сов. геология. 1978. № 9. С. 136–140.

Геологический ин-т СО РАН, Улан-Удэ

Поступила в редакцию
11.09.2010

MIDDLE NEO-PLEISTOCENE GEODYNAMICS OF THE NORTH-EASTERN MARGIN OF THE BAIKAL RIFT ZONE

R.Ts. BUDAYEV

Summary

The Neo-Pleistocene tectonic activity in the north-eastern margin of the Baikal Rift Zone differed from that of the central Baikal sector. The neotectonic uplifts of the rift valleys mountain surround in the Stanovoi upland occurred in the Middle Neo-Pleistocene, which was confirmed by the results of palynological analysis and thermoluminescent dating. The regime of lacustrine sedimentation arose here more than once up to the Late Neo-Pleistocene. During the Late Neo-Pleistocene stage, the formation of the valley meso-landforms was caused mainly by climatic factors.

УДК 551.435.442(571.65)

© 2011 г. Ю.И. ГОЛЬДФАРБ

КРИТЕРИИ ВОЗРАСТНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИХ МОРЕН ДРЕВНИХ ГОРНЫХ ЛЕДНИКОВ В ВЕРХОВЬЯХ КОЛЫМЫ¹

Широко применяемые в бассейне верховьев Колымы критерии датирования рельефообразующих морен древних горных ледников, особенно их высотное положение, недостаточно обоснованы или явно неверны. Ошибочный возраст морен фигурирует даже в утвержденных стратиграфических схемах четвертичных отложений территории. Предлагается более надежный и простой, давно апробированный на равнинах признак относительного возраста морен: степень сохранности их характерного первичного рельефа. Нами исследованы особенности морфологии, размещения, состава разновозрастных морен, их прямые соотношения между собой, с речными формами рельефа и разносторонне охарактеризованными аллювиальными отложениями в двух

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 08-05-00046-а).

ранее изучавшихся и одном новом опорном районе этого бассейна. В результате выделены три морфологические группы морен: “свежие”, “дряхлые” и “сглаженные”, – принадлежащие, соответственно, последнему, предпоследнему позднеплейстоценовым и без разделения – двум среднеплейстоценовым оледенениям. Их выделение и датирование может быть использовано для геоморфологического, геологического картографирования, палеогеографических реконструкций и планирования детальных палеогляциологических исследований.

Введение

В бассейне верховьев Колымы в связи с открытием богатых россыпей золота давно проводится комплекс самых детальных на Северо-Востоке России геологических, географических, палеогляциологических исследований. Широко распространенные тут следы горно-долинных ледников и локальных ледниковых покровов сразу привлекли внимание исследователей края тем, что разнообразят рельеф, местами создавая прекрасные ландшафты, и осложняют пути сообщения. Выделен новый колымский тип древних ледников [1], сделаны первые попытки определить время проявления и масштабы древних оледенений Охотско-Колымского края [2], предложены разные иные решения этих проблем [3–14]. Описано разрушение древними ледниками коренных руд и россыпей золота [15], влияние ледников на развитие речных долин, степень сохранности и глубину залегания россыпей [10].

Древнеледниковые образования служат важными объектами проведенного в больших объемах и проводимого здесь геологического и геоморфологического картографирования; анализ их размещения дает возможность изучать проявления новейшей тектоники в высокогорных зонах, где, в отличие от низкогорных, нет обычно используемых для этого речных террас. В связи с этим необходимо точное знание времени проявления, масштабов, границ и особенностей развития древних оледенений. Основными объектами датирования служат краевые морены. Особенность бассейна верховьев Колымы в том, что ни одно оледенение не охватывало его целиком. Ледники зарождались здесь в разобщенных высокогорных, главным образом, гранитных массивах и вокруг них, образуя локальные ледниковые покровы, главным образом – в окаймляющих эти массивы межгорных впадинах. Лишь наибольшие из ледников при своем максимальном развитии распространялись дальше, в низкогорья. Большая часть этих обширных низкогорий никогда не покрывалась ледниками, и развитие речных долин на значительной части бассейна в течение всего плейстоцена шло без нарушений. Это дает редкую в других частях горной системы Черского и в других горных системах возможность наблюдать во многих местах соотношения краевых морен с независимо сформированными речными террасами.

Датирование террас выполнено с применением широкого комплекса методов, с гораздо большей детальностью и точностью, чем датирование морен, для которых набор методов ограничен. Преобладают геоморфологические, среди которых в верховьях Колымы особенно популярно определение относительного возраста морен на основании их нахождения на разных уровнях террас или просто на разных высотных уровнях. Однако достаточное обоснование этого, как и ряда других применяемых методов, отсутствует, а результаты зачастую неоднозначны, противоречивы или явно ошибочны. Ошибки в первую очередь проявлены в стратиграфии рыхлых отложений и затем – во всех опирающихся на нее практических и научных разработках.

Обзор применяемых методов датирования морен

В последнее время количество и возраст оледенений определяется на основании числа и времени похолоданий климата, после чего к тому или иному оледенению относятся разные ледниковые образования [12, 16]. Но установление зависимости оледенений территории от глобальных похолоданий может быть результатом исследований,

а не их отправной точкой. Региональные похолодания, к тому же, трудно датировать. Они фиксируются по палинологическим данным, получаемым из неледниковых осадков. Но эти осадки разного возраста по ряду причин часто содержат сходные между собой спорово-пыльцевые комплексы. Кроме того, для развития оледенений важны изменения не только общей теплообеспеченности, но и других характеристик климата, далеко не все из которых определены по палинологическим данным. Наконец, даже при подходящем климате горные оледенения развиваются лишь при превышении рельефом определенной высоты. А он во всем регионе резко дифференцирован и очень молод, так что его развитие влияло не только на оледенения, но и на сами изменения климата и растительности. Все это затрудняет возрастную интерпретацию спорово-пыльцевых данных [17].

Поэтому проблемы оледенений проще решать обратным путем, от частных к общим, исходя из датирования конкретных ледниковых образований. Для этого используют соотношения морен с доледниковыми и межледниковыми осадками предгорий и межгорных впадин, куда часто распространялись горные ледники [16]. Но таких опорных разрезов мало, они разобщены, стратиграфические позиции этих горизонтов зачастую неоднозначны, соотношения их и образуемых ими форм рельефа с моренами нечетки, поэтому возраст и даже возрастная последовательность морен обычно слабо доказана, а сопоставление по таким данным удаленных друг от друга морен вообще невозможно.

Часто при геологической съемке, а порой и при научных исследованиях датирование морен проводят путем палинологического опробования самих морен [12, 16, 18]. Но отмеченное выше сходство спорово-пыльцевых спектров неледниковых осадков разных холодных эпох усилено в моренах тем, что они большей частью сложены рыхлым материалом из лишенных растительности высокогорных зон. Палинокомплексы же дистальных конечных морен больших горных ледников одного возраста бывают не похожи, благодаря скоплению в них пыльцевых зерен, захваченных ледником из своей подошвы вместе с рыхлыми осадками разного возраста. Фрагменты этих осадков составляют значительную часть моренных тел и если образуют крупные отторженцы, их можно распознать в обнажениях и отделить, а рассеянные не замечаются, особенно при опробовании скважин ударно-канатного бурения. Случайные варианты вторичного смешения пыльцы и спор в диамиктоне принимаются тогда за основание для датирования морен, а результаты без должной проверки используются в решениях стратиграфических совещаний [14].

Литолого-минералогические различия разновозрастных морен из одних или однотипных ледниковых центров лишь иногда существенны и, как правило, локальны. Наличие же региональных возрастных особенностей морен и их использование [18] недостаточно обосновано и вряд ли реально. Методы абсолютного датирования морен слабо проработаны, и результаты их применения не апробированы. Возможности этих методов ограничены также тем, что они охватывают пока лишь малую часть ледникового периода.

Датировки морен, полученные любым путем, надо распространять на другие морены, при картографировании – на все. Это можно только геоморфологическими методами. Пока они главенствуют и в датировании морен в опорных точках. Применение их в горной системе Черского (конечно, только за пределами высокогорных массивов) исходит, главным образом, из того, что оледенения развивались в плиоцене и постплиоцене в условиях нарастающей расчлененности рельефа и следы первого находятся на поверхности пенеплена, следующего – во врезанных в пенеплен речных долинах на террасах средней высоты, последнего – на низких террасах. Однако данных о пенеплене почти нет, история развития речных долин дискуссионна, а соотношения с ними ледников изучены слабо. Тем не менее нахождение морен на тех или иных грянях рельефа принимается за признак их тесной возрастной связи с этими грянями. Но опорные пункты датирования морен расположены в разных частях сложной горной

системы, за многие сотни километров друг от друга, что исключает геоморфологические или литологические сопоставления. Поэтому такие датировки морен [4, 9] не всегда оказываются вполне надежными.

Увязать морены с террасами удастся далеко не везде, и тогда их возраст определяется просто по нахождению на разных уровнях рельефа – чем выше, тем древнее [5–7]. Такая аналогия с речными террасами некорректна по трем причинам: 1) Морены, в отличие от террас, чем моложе, тем обычно выше расположены. 2) Одна из предпосылок сопоставления террас по высоте – малый высотный интервал их формирования в каждом поперечном профиле долины, а у морен он огромный. 3) Другая предпосылка – достаточно пологие продольные профили террас и отсутствие их перегибов. Продольный же уклон ледников и их долин не только крут, но и изначально очень изменчив. Кроме того, он подвержен большим новейшим деформациям, так как ледники колымского типа [1] существовали в пределах разнородных морфоструктур.

В верховьях Колымы высокогорные (2000–2500 м) гранитные массивы, где зарождались эти ледники, изолированы друг от друга, подняты на 800–1000 м и более над обрамляющими их впадинами, педиментами, низкогорьями (800–1200 м), от которых отделены крутыми высокими склонами. Горные ледники выходили далеко за пределы материнских массивов, приобретая в плане, а сразу за границами массивов – и в поперечном профиле сложную грибовидную форму. В плане ножкой “гриба” служила часть ледника в пределах массива – в U-образных в поперечном профиле долинах глубиной 800–1000 м, почти до верха заполненных льдом; местами у троговых долин есть неширокие плечи. Трoги продолжаютcя в предгорья, где их глубина сразу понижается и не превышает 200–300 м. Мощностъ же ледников уменьшалась постепенно, у границ массивов составляла 400–500 м, поэтому они не умещались здесь в трoгах и резко расширялись, покрывая даже вершины предгорий. В поперечном профиле вне массива короткой ножкой “гриба” ледника была его нижняя часть в неглубоком продолжении трoга, а широкой шляпкой становилась растекаящаяся верхняя часть. Самые молодые ледники оставляли свои морены и валуны на разных по высоте, генезису и возрасту формах предледникового рельефа, включая самые древние, и это не может служить показателем возраста морен. Высотный диапазон нахождения краевых морен одного большого ледника достигал 500–600 м, а у одновозрастных ледников вокруг одного центра – 800–1000 м. Это гораздо больше амплитуды высот (200–300 м), принимаемой [5–7] за критерий разновозрастности морен.

Опорные районы датирования морен

Все сказанное не было учтено при датировании морен в двух районах верховьев Колымы, считаемых опорными: у оз. Джека Лондона и в низовьях р. Обо. Выбор этих районов основан на мнении, что в каждом из них представлены непосредственно соотносящиеся друг с другом морены всех оледенений. Это в самом деле необходимое условие метода, неприменимого для разобщенных морен. Первый район изучался многими исследователями, выделявшими тут четыре [2], три [3, 8, 13] и два оледенения [7] (рис. 1), первое из которых считалось ранне-, средне- или позднечетвертичным. Говорилось о гигантских масштабах древнейших оледенений и о их решающем влиянии на развитие рельефа и россыпей всего этого края [2] или же о малой роли самих оледенений, но большой (200–300 м) глубине врезания рек в межледниковое время [7]. Только Д.М. Колосов высказывал сомнения в древнем возрасте отлично сохранившихся моренных валов и озовых гряд на высоком плато Верхних озер севернее оз. Джека Лондона [3].

Эти сомнения не были приняты во внимание, и моренные валы на плато [7, 13], как и подобные валы на правом берегу низовьев р. Обо [5, 6, 13], сочтены за эталонные проявления древнейшего оледенения. Но ближе к истине оказалось утверждение о возможной принадлежности этих и всех прочих видимых на поверхности ледниковых образований к одному последнему оледенению [19, 20].

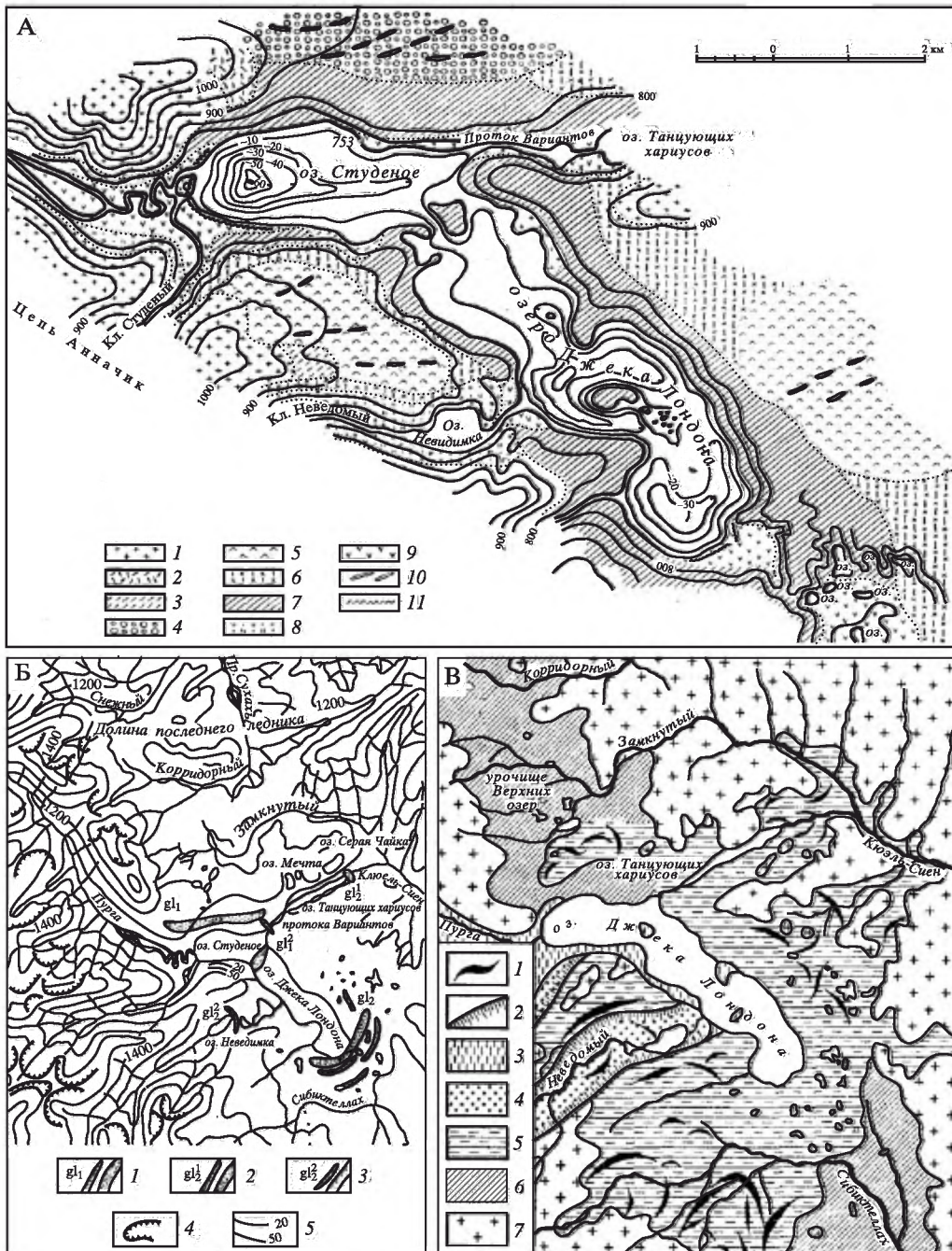
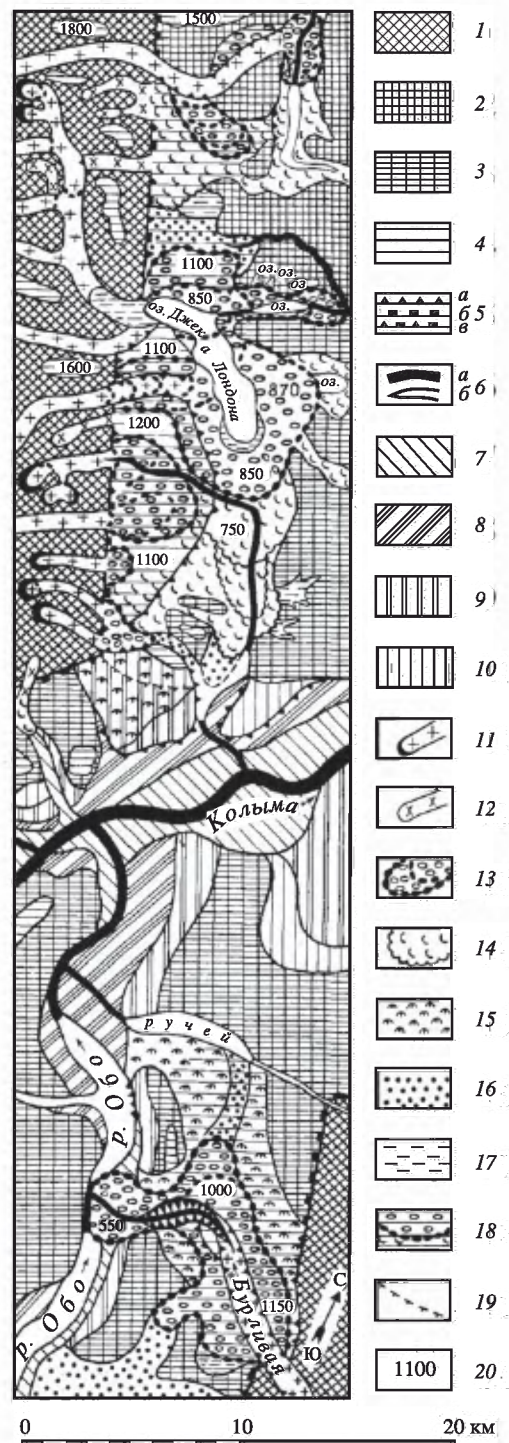


Рис. 1. Схемы размещения разновозрастных ледниковых образований вокруг оз. Джека Лондона
 А – Геология района оз. Джека Лондона [2, с. 59, рис. 12]. 1 – граниты, 2 – эффузивы, 3 – ороговикованные сланцы; морены ледниковых эпох: 4 – I-й, 5 – II-й, 6 – III-й, 7 – IV-й (первой и второй фаз), 8 – IV-й (третьей фазы); 9 – флювиогляциальные отложения, 10 – ориентировка озов, 11 – береговые валы.
 Б – Схема изменений гидросети в районе оз. Джека Лондона в послеледниковое время [7, с. 6, рис. 1]. 1 – конечноморенный вал нижнеплейстоценового оледенения; стадильные конечноморенные валы верхнеплейстоценового оледенения: 2 – первые, 3 – вторые; 4 – кары верхнеплейстоценового оледенения; 5 – эрозийные террасы р. Сибиктеллах межледниковой эпохи, их высота (м).
 В – Схема геолого-геоморфологического строения окрестностей оз. Джека Лондона [8, с. 668, рис. 1]. 1 – моренные валы, 2 – стенки трогов, 3 – послеледниковые аллювиальные и озерные отложения; морены оледенений: 4 – третьего (последнего), 5 – второго, 6 – первого; 7 – коренные породы

Рис. 2. Схематическая геоморфологическая карта участка бассейна Колымы в районе оз. Джека Лондона и низовьев р. Обо (до строительства Колымской ГЭС)

Горы: 1 – высокие, сложенные гранитами, 2 – средневысотные, сложенные осадочными породами и гранитами, 3 – низкие, сложенные осадочными породами; 4 – выровненные поверхности междуречий; 5 – уступы (а – экзогенные, б – неотектонические, в – смешанного происхождения); 6 – днища речных долин (а – врезающиеся, б – расширяющиеся и равновесные); речные террасы: 7 – позднелейстоценовые времени сахыннинского, далекинского оледенений и тенгкеляхского (каргинского) межледниковья, 8 – позднелейстоценовые времени мальдякского (казанцевского, микулинского) межледниковья, 9 – среднеплейстоценовые, 10 – раннелейстоценовые; **троговые долины и кары:** 11 – “свежие” последнего (сахыннинского) оледенения; 12 – “дряхлые” предпоследнего (далекинского) оледенения; **моренные накопления оледенений:** 13 – сахыннинского (“свежие”), 14 – далекинского (“дряхлые”), 15 – среднеплейстоценовые неразделенные (“сглаженные”); 16 – флювиогляциальные шлейфы, зандры, ярусные террасы; 17 – осушенные днища озер; 18 – места нахождения морен на поверхностях предгорных педиментов; 19 – бровки речных террас, погребенных под рыхлыми отложениями неаллювиального происхождения; 20 – абс. высотные отметки, м (округленно до десятков м)

На правобережье р. Обо молодой возраст “древних” морен наиболее нагляден (рис. 2, 3). Морфологически единая система четко выраженных краевых моренных валов прослеживается здесь почти непрерывно в интервале высот 600 м, отражая сложную в плане и по вертикали форму края последнего ледника [11]. Зародившись в троговой долине р. Бурливая (первый снизу большой правый приток р. Обо) в высокогорном гранитном массиве, ледник вышел далеко за пределы этого массива. В предгорье, не уместаясь более в утратившей прежнюю глубину троговой долине, он растекся по педиментам и плоским водоразделам низкогогорья. Ответившийся ледниковый язык через седловину на водоразделе с р. Обо спустился в неледниковую долину этой реки, перегородив ее. Его конечная морена до сих пор локально резко сужает пойму этой реки (рис. 2, 3А). Р. Бурливая, подпруженная конечными моренами основного ледникового языка, устремилась в ту же седловину, быстро выработала в ней глубокое ущелье в коренных породах и, покинув нижнюю часть своей прежней долины, впадает теперь



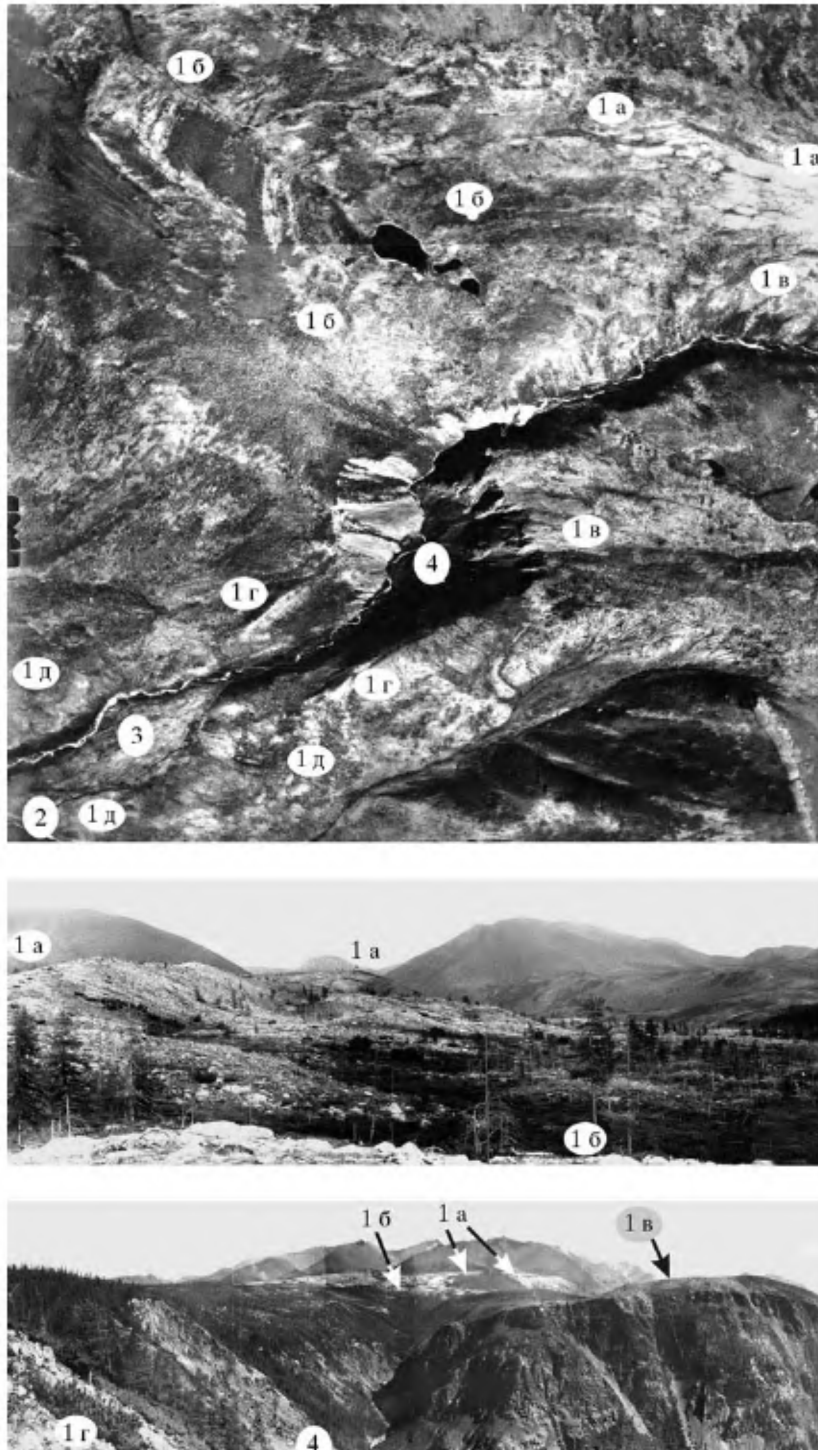


Рис. 3. Моренные валы на правом водоразделе и в пойме р. Обо
 А – план; перспектива на уровне, м: Б – 1000–1200, В – 600–800 м (см. рис. 2, южная часть)
 Единая система краевых моренных валов на правобережье р. Обо: на правом плече троговой долины р. Бурливая (1а), на дне отмершей долины этой речки (1б) и на ее левом борту (1в), на правом склоне долины р. Обо по обе стороны ущелья р. Бурливая (1г), на дне долины р. Обо (1д), где конечные морены локально сужают пойму этой реки (2) и где в них вложен современный конус выноса (3), р. Бурливая ниже ее эпигенетического ущелья (4)

в р. Обо в 10 км выше по течению, прорезав на дне ее долины конечную морену собственного ледникового языка (рис. 2).

Молодое эпигенетическое ущелье р. Бурливая (рис. 3А, В) отчасти разрушило боковые моренные валы на склоне долины р. Обо, соединяющие морены основного языка наверху, на дне и склонах долины Бурливой, с конечным моренным валом на дне неледниковой здесь долины р. Обо. Морфологический облик всех этих моренных валов одинаков (рис. 3А, Б), они образуют почти непрерывный вал сложной формы (рис. 2, 3А). Правый боковой вал главного ледникового языка лежит на плече троговой долины р. Бурливая на абс. высоте 1150 м (рис. 2, 3-1а); конечный вал этого языка – на дне той же троговой долины на высоте 900–1000 м (рис. 2, 3-1б); боковые валы левого языка – на правом склоне неледниковой долины р. Обо по обе стороны эпигенетического ущелья р. Бурливая на высоте 800–600 м (рис. 2, 3-1в), а конечный вал этого языка – на дне долины р. Обо на высоте 550 м (рис. 2, 3-1д).

Этот сложный моренный вал был ранее искусственно разделен на части и верхние его отрезки (рис. 3-1а, б, в) отнесены к древнейшему оледенению [5, 6, 13]. На совершенную молодость всего этого протяженного вала согласованно указывают одинаково отличная морфологическая сохранность всех его частей и совершенно не урегулированные до сих пор соотношения с поймой р. Обо.

У оз. Джека Лондона последний ледник в апогее имел еще более сложную форму в плане (рис. 1, 2). Локальный ледниковый покров в межгорной депрессии возник из слившихся воедино трех ледников, выходящих из троговых долин ручьев Неведомый, Студеный, Пурга. От покрова, в свою очередь, ответвлялись три неравных языка: главный мощный южный – на месте современного оз. Джека Лондона, маломощный широкий северный – на плато Верхних озер и узкий восточный – в долине оз. Танцующих хариусов. У левого борта этой долины сохраняются озера Анемон, Мечта, Серая чайка, которые в малых неледниковых долинах притоков подпругены боковой мореной на той же высоте, что и морены на плато Верхних озер. Прекрасная сохранность этих озер и морфологическое единство всех деструктивных форм, морен на дне трогов и высоко над ними на предгорных педиментах, моренных, флювиогляциальных и лимногляциальных образований южной части плато Верхних озер, долины оз. Танцующих хариусов и ее бортов, замыкающих озеро Джека Лондона мощных моренных валов (рис. 4) – говорит о генетическом, возрастном единстве и молодости всех этих образований.

Различия высотного положения краевых моренных валов здесь не превышают 300 м, что все же послужило основанием для отнесения их [7] к двум разным оледенениям (рис. 1Б). Потом с учетом большой мощности и сложной формы ледника морены у оз. Джека Лондона вместе с частью морен валов на плато Верхних озер (не сказано, по каким признакам эта их часть отделена от морен “первого” оледенения на том же плато) отнесены [8] к одному оледенению (рис. 1В). Оно сочтено предпоследним, вторым [8]. К третьему (последнему) отнесены лишь малые стадияльные морены на дне троговой долины ручья Неведомый [8] (рис. 1В). При этом не принято во внимание многое, в том числе несопоставимость объема троговых долин шириной до 1.5 км каждая (рис. 2) с ничтожным объемом стадияльных морен на дне трогов. Мощность льда в них достигала 800 м, судя по превышению границы ледниковой обработки стен трогов над их дном. Лишь сумма обломочного материала всех вместе взятых описанных аккумулятивных ледниковых образований может соответствовать объему всех этих трех трогов.

Получены и иные доказательства молодости “разновозрастных” описанных морен. В пробах, отобранных на плато Верхних озер из расчисток и шурфов при геологической съемке (рис. 2, 4), А.И. Ивченко в 1962 г. определены спорово-пыльцевые спектры: в моренах – разные непредставительные, во флювиогляциальном шлейфе у края морен – тундровые, а в подстилающих аллювиально-озерных отложениях – лесные, сходные с современными. По положению в разрезе эта лесная растительность –

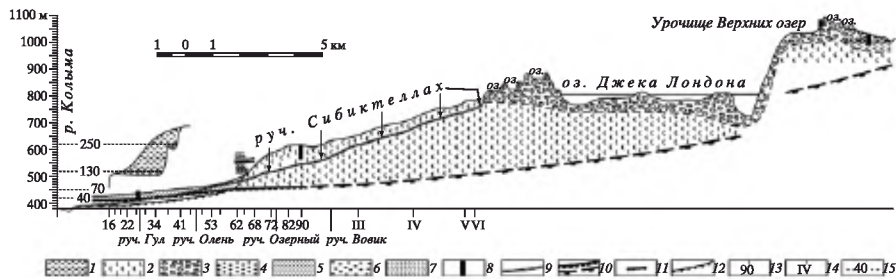


Рис. 4. Совмещенный продольный профиль долины, палеодолины руч. Сибиктеллах и поперечный профиль террас Колымы у его устья

Моренные отложения: 1 – среднеплейстоценовые неразделенные (хатакчанского и малыхксийского оледенений), 2 – позднеплейстоценовые предпоследнего (далекинского), 3 – позднеплейстоценовые последнего (сахыньинского) оледенений; 4 – среднеплейстоценовые межледниковые (еврашкалахские и бургандинские слои) аллювиально-озерные отложения последнего межледниковья; *флювиогляциальные отложения:* 5 – позднеплейстоценовые (далекинские слои) маргинальных каналов (ярусных “террас”) на правом склоне долины руч. Сибиктеллах, 6 – позднеплейстоценовые (сахыньинские слои) приледникового шлейфа; 7 – позднеплейстоценовые аллювиально-озерные отложения последнего межледниковья (тенгеляхские слои); 8 – разрезы, по которым выполнены палинологические анализы; 9 – современное русло ручья Сибиктеллах; *позднеплейстоценовые россыпи золота:* 10 – основная аллювиальная россыпь времени ррисс-вюрмского (мальдякского) межледниковья (установленная и предполагаемая), 11 – флювиогляциальные россыпи ярусных приледниковых террас времени далекинского оледенения, 12 – аллювиальная россыпь времени последнего (тенгеляхского) межледниковья; *номера:* 13 – разведочных линий, 14 – геофизических профилей; 15 – относительные уровни (м) террас Колымы (см. рис. 2, северная часть)

межледниковая, а по флористическому составу она может соответствовать лишь последнему межледниковью [17]. Значит, ледниковый комплекс, покрывающий эти осадки, отложен последним оледенением.

Большие и малые моренные валы стали причиной создания озер: Джека Лондона – в межгорной депрессии и Соседнего – на дне троговой долины ручья Неведомый. Свидетельством молодости и одновозрастности создавших их морен, несмотря на различия их размеров, служит возраст лимногляциальных (?) глинистых осадков, подстилающих озерные илистые осадки: в первом озере он равен 13 350 л.н., во втором – 13 450 л.н. [21, с. 122–125, 128–130].

Таким образом, все относившиеся ранее к двум, трем, четырем разным оледенениям (рис.1) конечные и боковые, дистальные и стадияльные морены в районе оз. Джека Лондона – свидетели развития, сокращения и распада единого большого сложного последнего ледника (рис. 2, 4).

Более ранние оледенения

Наличие в районе оз. Джека Лондона следов действительно более раннего оледенения [8] не замечалось (рис. 1А, Б) до тех пор, пока в долине ручья Сибиктеллах южнее четких моренных валов последнего оледенения (рис. 1В, 2) не начались поиски погребенных россыпей золота. Покрывающие эти россыпи мощные осадки оказались моренными (рис. 4). Рельеф их поверхности, в отличие от молодых морен у оз. Джека Лондона, невыразительный, “дряхлый” (рис. 4, 5). Эти древние морены были отнесены к первому в районе оледенению [8], а его возраст определен не древнее вюрмского, т. к. аллювий под моренами условно соотнесен с 70-метровой ррисс-вюрмской террасой Колымы [8]. Такая корреляция морен и террас подтвердилась при более детальном изучении [22] террас Колымы в этом районе и построении по результатам буровых и геофизических работ продольного профиля долины ручья Сибиктеллах [11] (рис. 4). Но выход этих морен на плато Верхних озер [8] показан (рис. 1В) неверно. Хотя они тут возможны под покровом осадков последнего оледенения (рис. 4), но на поверхность они не выходят (рис. 2).

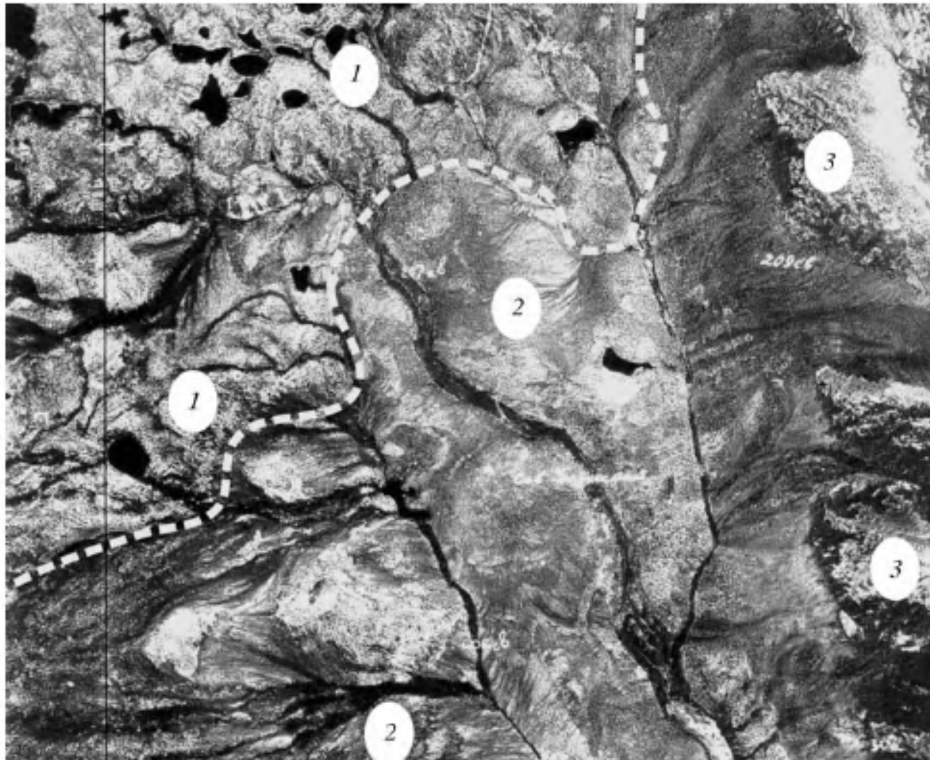


Рис. 5. Выходы разновозрастных морен южнее оз. Джека Лондона
 Морены: 1 – “свежие” (сахыньинские), 2 – “дряхлые” (далекинские); 3 – коренные осадочные породы (см. рис. 2, 4)

Не подтверждается и вывод [8], что эти морены оставлены древнейшим в этом районе оледенением. Следы среднеплейстоценовых (?) могут быть вскрыты поблизости бурением необычайно мощные, не связанные с молодыми моренами глинистые осадки, покрывающие сразу две высокие террасы Колымы и отсутствующие на более молодых ее террасах (рис. 2, 4). С ними сопоставимы столь же мощные по внешним признакам, но не вскрытые рыхлые накопления в северной части палеодолины р. Бурливая, подрезаемые ресс-вюрмской террасой р. Обо (рис. 2). Те и другие предположительно лимногляциальные, или ледниковые образования не имеют явных морфологических признаков такого происхождения. Но только им и среднеплейстоценовым возрастом объяснимо сочетание их состава, мощности и условий нахождения.

Ледниковые образования в Малык-Сиенской впадине

Гораздо более определенные результаты получены в другом районе бассейна верховьев Колымы – в окрестностях Малык-Сиенской впадины, пересекаемой главной здесь р. Берелёх – одним из истоков Колымы. Тут прежде в геологических отчетах отмечались лишь позднеплейстоценовые ледниковые образования и изолированные от них эрратические валуны древнейшего оледенения. Кроме наблюдений на поверхности и построения профилей по геофизическим и буровым данным нам довелось изучить здесь разрезы рыхлых осадков по стволам и штрекам нескольких глубоких шахт, пройденных при отработке погребенных россыпей золота. В результате в одном компактном районе выявились следы пяти оледенений. Их относительный возраст

определен по непосредственным соотношениям между собой, а изучение и датирование подстилающих, разделяющих, перекрывающих и прорезающих их межледниковых осадков и форм рельефа позволили выяснить стратиграфические позиции всех [10, 17].

Первое, хатыннахское оледенение оставило лишь разрозненные гранитные валуны размером до 1 м, лежащие на сланцевом цоколе 150-метровой правой террасы р. Берелёх. От местных ледниковых центров и всех морен этого района валуны отделены более молодой 110-метровой смешанной правой террасой той же реки. Мало-мощный аллювий этой террасы (кеминджинские слои) образован во время более поздней холодной эпохи: те же валуны находятся в его основании в переотложенном виде. Петрографический состав валунов, по заключению В.А. Серебрякова, более отвечает удаленным гранитным массивам в верховьях р. Берелёх и ее левых притоков, нежели ближайшему массиву Чьорго ниже по ее течению. Значит, оледенение, оставившее валуны, зарождалось за пределами района. О масштабах его трудно судить, так как валуны, лежащие на речной террасе, могли проделать часть пути от ледникового центра, будучи включенными в речной лед. Время оледенения – ранний плейстоцен (?).

Все четыре последующих оледенения зарождались в массиве Чьорго. Каждое оставило комплексы моренных, лимногляциальных, флювиогляциальных отложений. Максимальным было первое оледенение, масштабы их последовательно сокращались. Ледники первых трех продвигались вверх по долине р. Берелёх, полностью перегородившая ее. На том же поперечном профиле долины этой реки, где на 150-метровой террасе найдены эрратические валуны, по стволу шахты нами изучен мощный разрез 30-метровой бесцокольной правой же террасы этой реки. Вскрытые в разрезе два ранних ледниковых комплекса – хатакчанский и мальксиенский – мощностью по 8 м подстилаются, разделяются и перекрываются межледниковыми аллювиальными комплексами мощностью 5–9 м (бургандинские, дебинские, мальдякские слои). Самый молодой из них, формирующий поверхность 30-метровой террасы, по сумме геоморфологических, палинологических, карпологических и фаунистических данных относится к началу позднего плейстоцена, так что оба ледниковых комплекса под ним – среднеплейстоценовые. Оба они в других местах выходят на дневную поверхность и оба сглажены настолько, что до проведения горных работ даже на детальном картах изображались как обычные коллювиальные накопления или флювиогляциальные шлейфы при молодых моренах. Восточнее, в 2 км ниже по течению р. Берелёх от описанного профиля этой долины, на ее 30-метровую террасу снизу по течению этой реки, с востока, со стороны массива Чьорго, надвинут конечный вал далекинской морены. На уровне 30-метровой террасы этот вал перегородивает от борта до борта всю широкую долину р. Берелёх. Вал теперь прорезан этой рекой и ее 10-метровой террасой, на моренном и коренном цоколе которой в разных местах нами изучен в расчистках аллювий времени последнего межледниковья (тенгкеляхские слои).

Еще восточнее, ближе к массиву Чьорго, лежит сахыннинская конечная морена, непосредственно связанная с молодыми трогами и карами массива Чьорго. На дне трогов и каров видны семь стадийных моренных валов, разделенных озерами, лимногляциальными и флювиогляциальными локальными равнинами. Дистальный конечноморенный вал прорезан не имеющей здесь террас р. Сахынья, из троговой долины которой и выходил ледник. Этот вал – часть единой моренной дуги длиной 30 км. Четкие ветви боковых валов тянутся в обе стороны (на 10 и 18 км) до крутого западного склона массива Чьорго, без всяких перерывов поднимаясь по предгорным ступеням от уровня 850 м до 1400 м. Все образования сахыннинского ледникового комплекса имеют свежий облик, резко контрастный рельеф, лишены лесной растительности, четко отличаясь всем этим от соседнего, шире распространенного далекинского, на который сахыннинская морена явно надвинута.

Несмотря на общность ледникового центра, морены каждого из четырех комплексов заметно различаются по составу. Это вызвано продвижением ранних ледни-

ков на 20–25 км за границы гранитного массива по разному основанию. Хатакчанский ледник двигался по флишевым коренным породам, поэтому в его моренах много их щебня и глины. Малыксиенский – по хатакчанской морене и в нем много валунов. Далекинский – в основном по межледниковому аллювию р. Берелёх и в далекинских моренах много окатанных галек. Сахынбинский ледник удалился менее, чем на 10 км от края массива Чьорго, и в сахынбинской морене только глыбы и дресва его гранитов. Все это позволяет отнести сахынбинский и далекинский комплексы к двум позднеплейстоценовым оледенениям, а хатакчанский и малыксиенский – к двум среднеплейстоценовым.

Различия состава морен существенны, но локальны и отмечаются в основном в их подошве. Надежно разделять ледниковые комплексы можно лишь по их чередованию с межледниковыми аллювиальными. Но разрезов по шахтам немного и они доступны эпизодически, недолго. Гораздо больше всегда доступных геоморфологических данных. Однако они разные и их использование нуждается в коррективах. На трех примерах – Малык-Сиенской впадины, оз. Джека Лондона и низовьев р. Обо – видно нахождение наиболее сохранившихся и легко диагностируемых морен последнего (сахынбинского) оледенения на разных высотных уровнях и формах рельефа. Значит, присутствием любых морен на тех или иных террасах далеко не исчерпываются соотношения их с речным рельефом: важен набор террас, подстилающих и прорезающих морены, что доводится наблюдать крайне редко. Нужны иные признаки.

Морфология поверхности рельефообразующих морен как показатель их возраста

Самый простой и надежный, порой единственный, широко используемый на равнинах признак возраста морен – степень сохранности их первичного ледникового и наложенного термокарстового рельефа. Высокая контрастность того и другого рельефа не позволяет ему долго сохраняться, особенно на льдистом субстрате морен в условиях интенсивной криогенной солифлюкции. Флювиогляциальные и лимногляциальные образования также подвержены быстрой переработке склоновыми процессами. Они четко обособлены в рельефе лишь в связи с сахынбинскими моренами, очень слабо – с далекинскими и совсем не видны в связи с более древними.

Сахынбинский ледниковый комплекс моренных и сопутствующих образований сходен по своей морфологии с комплексами последнего оледенения в низовьях р. Обо, у оз. Джека Лондона и во многих других местах. Повсюду видна его неразрывная связь с молодыми трогами и карами. Поверхность же далекинской морены сходна с поверхностью ранней вюрмской в долине ручья Сибиктеллах (рис. 4; 5–2). Но в отличие от последней, занимающей всю долину небольшого ручья и плавно сочлененной через флювиогляциальный шлейф с речной террасой, лишь недавно опознанной как морена, далекинский конечный моренный вал, тянущийся почти на 5 км поперек всей 30-метровой террасы р. Берелёх, на всем этом протяжении сильно контрастирует с ровной поверхностью террасы большой реки, резко возвышаясь над ней. Малыксиенская и хатакчанская морены не сохраняют в своем рельефе никаких признаков ледникового происхождения и прежде не отмечались как ледниковые образования даже предположительно.

Таким образом, в разных районах бассейна верховьев Колымы четко выделяются три разновозрастных группы краевых аккумулятивных ледниковых образований. Наиболее отчетливы “свежие” ледниковые и приледниковые образования сахынбинского комплекса. Принадлежность их всех к последнему оледенению вполне доказана суммой морфологических, палинологических, радиоуглеродных данных. Деградация больших сахынбинских ледников проходила в несколько стадий (до 7) и завершилась 13–11 тыс. л. н. Краевые морены этой группы – дистальные, стадийные, каровые – морфологически сходны между собой. Все они имеют более или менее выраженную

дугообразную форму в плане и крутые, почти симметричные склоны, четко разделенные понижениями с уплощенной поверхностью. Дистальные краевые и особенно конечные морены обычно состоят из нескольких сближенных валов. Валы лишены почвенно-растительного покрова, для них характерен контрастный бугристо-западинный мезарельеф и “шагреньевый” микрорельеф, без всяких признаков развития деллей. Поверхность наиболее мощных дистальных конечноморенных валов этой группы, расположенных на абс. высотах 800 м и ниже, часто осложнена термокарстовыми озерами в глубоких воронках с высокими крутыми берегами. У тыловых краев конечных дистальных и стадияльных моренных валов находятся обширные глубокие подпрудные озера, реже – идеально плоские днища спущенных озер. У фронтальных склонов краевых валов иногда развиты молодые флювиогляциальные шлейфы. Чаще эти валы непосредственно надвинуты на более древние ледниковые образования, от которых четко отличаются. На “свежие” морены часто насажены островершинные концентрические, реже – радиальные озовые гряды, усиливающие отличие всех этих морен, вместе взятых, от образований любого иного генезиса и возраста, от которых они четко отделены в рельефе и различаются по литологическому составу. Сахыннинский комплекс аккумулятивных ледниковых и приледниковых образований везде неразрывно ассоциируется с деструктивными формами – “свежими” трогами и карами.

“Дряхлые” морены предпоследнего оледенения характеризуются гораздо менее контрастной поверхностью, рельеф которой несет только самые общие признаки их происхождения. Выположенные дистальные краевые (в основном конечные) валы иногда имеют в плане отчетливую дуговую форму внешнего края, но легко опознаются как ледниковые образования не везде, только там, где четко граничат с подстилающими аллювиальными формами рельефа. Необычный для прочих аккумулятивных образований холмистый, бугристо-западинный мезарельеф сохраняется на них лишь в самых общих чертах, а “шагреньевая” поверхность преобразуется в микрополосчатую: широкое развитие получают неглубокие делли, особенно в понижениях между буграми. Очень редки реликтовые термокарстовые озера. “Дряхлые” морены большей частью морфологически неотличимы от одновозрастных флювиогляциальных и лимногляциальных образований. Далекинские морены обычно обнаруживаются за дистальным краем сахыннинских. В некоторых высокогорных и многих среднегорных массивах сахыннинского оледенения не было, но проявилось далекинское, и его морены тогда прямо связаны с морфологически “дряхлыми”, но довольно отчетливыми трогами и карами.

Морфологические особенности морен двух позднеплейстоценовых ледниковых комплексов, установленные в верховьях Колымы [10, 11], присущи также моренам Приохотья, Корякии [23], наблюдались нами на Чукотке, Камчатке, Полярном Урале. Повсеместные большие различия “свежих” и “дряхлых” морен, видимо, обусловлены значительным интервалом времени между оставившими их двумя оледенениями. Поэтому актуально уточнение их возраста и статуса разделяющего их периода, называемого каргинским межстадиалом, или межледниковьем.

“Сглаженные” морены двух более ранних, среднеплейстоценовых оледенений – малыксиенского и хатакчанского – не сохраняют в своем рельефе никаких признаков ледникового происхождения, поверхность их сплошь преобразована и покрыта глубокими деллями. Морфологических различий между ними нет, но по составу их можно различить. Они вместе опознаются по сочетанию ряда признаков: отсутствию иных причин накопления осадков аномально большой мощности и необычному составу валунов не местных пород, порой встречаемых на поверхности. Наличие молодых морен также служит признаком возможного нахождения древних за их дистальным краем.

Заключение

Морфологические различия рельефообразующих морен – простой и надежный критерий их возрастного разделения, хорошо применимый при картографировании и для определения границ распространения древних ледников разного возраста. Адекватное отображение этих границ зависит не только от степени надежности датирования морен в немногих опорных точках, но и от того, какие особенности разновозрастных морен и как именно используются при экстраполяции этих данных за пределы опорных районов. На тех площадях, где нет представительных разрезов, где неотчетливы соотношения ледниковых образований с террасами, морфология морен может стать ведущим признаком.

Благодаря отчетливой морфологической выраженности морен последнего (сахыньинского) оледенения только их очень часто видят, изучают и картируют как ледниковые формы. Максимальная стадия развития этого оледенения, когда длина ледников достигала 25–30 км и они распространялись на 10–15 км от границ материнских высокогорных массивов, принимается за максимум всех оледенений вообще. К последнему же оледенению относят [8] лишь заключительные стадии сахыньинского, когда на дне обширных трогов и каров заканчивалось таяние остатков больших сложных горных ледников колымского типа. Сахыньинское оледенение повсюду было минимальным. Гораздо шире были распространены ледники предыдущего, далекинское. Благодаря более низкому положению снеговой границы, кроме центров, общих с сахыньинским, у него были и собственные. Но аккумулятивные и деструктивные образования этого возраста гораздо менее отчетливо проявлены в рельефе и часто остаются не опознанными. Совсем лишены морфологических признаков ледникового генезиса морены мальксиенского и хатакчанского (по-видимому, максимального) оледенений среднего плейстоцена принимаются во внимание только там, где были проведены ширококомаштабные горные работы.

Об этих двух оледенениях очень мало информации еще и потому, что отсутствуют их деструктивные формы. Скорее всего, они были унаследованы позднеплейстоценовыми оледенениями и лишь обновлены ими. Из-за очень сухого, хотя и самого холодного климата позднего плейстоцена, оледенения развивались лишь в готовых обширных карах и трогах, а в тех высокогорных ныне массивах, где не было больших среднеплейстоценовых ледников, крупных каров и трогов нет. Возможно, ранние оледенения развивались не во всех тех местах, где потом проявилось далекинское, или не везде были максимальными, и тогда их морены могут быть найдены под далекинскими. Более обширна информация о раннеплейстоценовом оледенении (или оледенениях), но она менее надежна: разрозненные эрратические валуны на высоких террасах и водоразделах часто оставлены поздними ледниками, иные следы которых просто не замечены. К тому же поля нахождения этих валунов не всегда соответствуют краям ледников: возможен их последующий водный разнос. Дальнейшее изучение этих проблем прольет свет на климат, новейшую тектонику, историю развития рельефа региона.

Выявление всех следов древних оледенений, определение их характера и границ распространения требует более детальных комплексных исследований. Для их планирования, для выполнения геологического и геоморфологического картографирования, палеогеографических и палеогляциологических реконструкций могут быть полезными приведенные сведения о морфологических различиях разновозрастных морен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Билибин Ю.А. О новом типе ледников // Пробл. сов. геологии. 1936. Т. 6. № 4. С. 366–367.
2. Скорняков П.И., Тупицын Н.В. Геоморфологический очерк Охотско-Колымского края. Ч. 1 // М-лы по изуч. Охотско-Колымского края. 1936. Вып. 10. 72 с.

3. Колосов Д.М. Проблемы древнего оледенения Северо-Востока СССР // Тр. ГГУ Главсевморпути. 1947. Вып. 30. 173 с.
4. Васьковский А.П. Краткий очерк растительности, климата и хронологии четвертичного периода в верховьях рек Колымы, Индигирки и на северном побережье Охотского моря // Ледниковый период на территории Европейской части СССР и Сибири. М.: Изд-во МГУ, 1959. С. 510–545.
5. Эльянов М.Д. Стратиграфия четвертичных отложений верховьев Колымы и Индигирки // Тр. межвед. совещ. по разработке унифицир. стратигр. схем Северо-Востока СССР. Магадан: СВКНИИ, 1959. С. 458–464.
6. Эльянов М.Д. Четвертичные отложения и россыпи золота верховьев Колымы и Индигирки // Сов. геология. 1961. № 2. С. 133–144.
7. Шило Н.А. Четвертичные отложения Яно-Колымского золотоносного пояса, условия и этапы их формирования // Тр. ВНИИ-1. 1961. Геология. Вып. 66. 136 с.
8. Веснин В.В., Вийра В.И., Карташов И.П. История формирования ледникового рельефа в районе озера Джека Лондона // Докл. АН СССР. 1962. Т. 147. № 3. С. 667–670.
9. Васьковский А.П. Очерк стратиграфии антропогенных (четвертичных) отложений Крайнего Северо-Востока Азии // М-лы по геол. и полезн. иск. Северо-Востока СССР. 1963. Вып. 16. С. 24–53.
10. Гольдфарб Ю.И. Пять плейстоценовых оледенений в бассейне р. Берелех // М-лы по геол. и полезн. иск. Северо-Востока СССР. 1972. Вып. 20. С. 225–242.
11. Гольдфарб Ю.И. О молодом возрасте некоторых “древних” морен в верховьях Колымы // Природные ресурсы Северо-Востока СССР. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. Вып. 1. С. 100–106.
12. Воскресенский С.С., Чанышева М.Н., Воскресенский И.С. и др. Плейстоценовые оледенения бассейна Колымы // Плейстоценовые оледенения Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 57–65.
13. Решения Межведомственного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Северо-Востока СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1959. 66 с.
14. Решения Межведомственного стратиграфического совещания по четвертичной системе Востока СССР. Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1987. 242 с.
15. Миллер В.Г. Антропогенные оледенения в бассейне р. Эльги и их влияние на процессы россыпеобразования // Пробл. геологии россыпей. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1970. С. 213–214.
16. Беспалый В.Г. Основные проблемы плейстоценовых оледенений Северо-Востока Азии // Плейстоценовые оледенения Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 3–15.
17. Гольдфарб Ю.И. Стратиграфия четвертичных отложений верховьев Колымы // Пробл. изуч. четвертич. периода. М.: Наука, 1972. С. 220–228.
18. Ананьев Г.С., Ананьева Э.Г., Пахомов А.Ю. Четвертичные оледенения Северо-Западного Приохотья // Плейстоценовые оледенения Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 43–56.
19. Дегтяренко Ю.П. Древнее оледенение Корякской горной системы // Тр. ВСЕГЕИ. 1961. Нов. сер. Вып. 64. С. 135–140.
20. Заморюев В.В. Некоторые вопросы истории четвертичных оледенений Северо-Востока СССР // Плейстоценовые оледенения Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 16–27.
21. Позднечетвертичные растительность и климаты Сибири и Российского Дальнего Востока (палинологическая и радиоуглеродная база данных) / П.М. Андерсон, А.В. Ложкин. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2002. 370 с.
22. Гольдфарб Ю.И., Капранова Т.И. Новые данные о возрасте золотоносных террас р. Колымы в Санга-Талонском районе // Колыма. 1971. № 8. С. 42–43.
23. Глушкова О.Ю. Морфология и палеогеография позднеледниковых оледенений Северо-Востока СССР // Плейстоценовые оледенения Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 28–42.

СВКНИИ ДВО РАН, Магадан

Поступила в редакцию
18.05.2010

CRITERIA OF AGE SUBDIVISION OF RELIEF-FORMING MORAINES OF ANCIENT MOUNTAIN GLACIERS IN THE UPPER KOLYMA BASIN

Yu.I. GOLDFARB

Summary

In the Upper Kolyma basin, the usually applied age criteria of relief-forming moraines of ancient mountain glaciers based on their heights are not valid and lead to the incorrect results which are included in the accepted stratigraphic correlations of Quaternary deposits of the region. More reliable and simple criterion of relative age of the moraines is proposed. It is age-related difference in the preservation state of the primary moraine relief, which has been long used on the planes. In two long-studied and one new test sites, we have investigated the morphology, location, composition of moraines, their interrelations, correspondence to the river landforms and alluvial deposits. As a result, three main morphologic groups of surface moraines were recognized: "fresh", "decrepit" and "smoothed" ones. The first and second ones correspond to the Last and Pre-last Late-Pleistocene glaciations, the third one – to both Middle-Pleistocene glaciations. These results may be used to more precise geomorphological and geological mapping of the territory, palaeogeographic reconstructions and planning of detailed palaeoglaciological researches.

УДК 551.4.01:551.435.485(470.311)

© 2011 г. А.Н. МАККАВЕЕВ

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ АСТРОБЛЕМОВИДНЫХ ОЗЕР НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА СВЕТЛОЕ (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)¹

Озера с овальной или круглой в плане котловиной, окруженной валом, обычно считаются результатом удара о земную поверхность космического тела – "астроблемами" или кальдерами вулканов. В последние годы 11 таких озер обнаружено в Мещерской низменности [1]. Среди них оз. Светлое, расположенное в 8 км к западу от г. Электрогорска Московской области. Оно находится немного севернее признанной границы Мещерской низменности, проходящей по р. Клязьме, на водоразделе ее маленьких левых притоков – рек Плотня и Б. Дубна (рис. 1). С 2008 г. оз. Светлое так же, как и ряд других астроблемовидных озер, исследуется группой ученых Ин-та географии РАН под руководством М.П. Жидкова. В работах принимал участие и автор настоящей статьи.

Геолого-геоморфологическая характеристика района исследований

Хотя некоторые авторы считают этот район частью Нерльско-Клязьминской низины, которая южнее р. Клязьмы сливается с Мещерской низменностью, но по облику ландшафтов он является северным продолжением геоморфологической подобласти "Западная останцово-ложбинная Мещера" [3]. Речная сеть низины привязана к р. Клязьме. Руслу медленно текущих рек сильно извилисты. Широкие поймы почти сливаются с обширными террасами и междуречьями. Часто встречаются небольшие, редко превышающие в диаметре 1 км, озера; многие из них не имеют поверхностного стока. Нередки песчаные карьеры как действующие, так и залитые водой, заброшенные торфоразработки. Многочисленны болота.

Преобладающие отметки высот на изучаемой территории около 120–140 м. Превышения водоразделов обширных равнин над урезами рек составляют всего 10–20 м. С поверхности водораздельные равнины сложены преимущественно песками и алев-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 09-05-00156).