

ОЛЕДЕНЕНИЕ ПЛАТО ПУТОРАНА ВО ВРЕМЯ ПОСЛЕДНЕГО ЛЕДНИКОВОГО МАКСИМУМА

Вопрос о характере последнего позднеплейстоценового оледенения плато Путорана пока не снят и после выхода в свет статьи С.В. Шварева [1998]. Данные дешифрирования космических и аэрофотоснимков не дают полной информации о мощности ледников и направлениях их движения. Дискуссия о покровном или горно-долинном характере оледенения плато продолжается. Это хорошо видно на примере самых последних обобщений по реконструкции ледниковых событий Евразии в позднем неоплейстоцене в рамках проекта Европейского научного фонда «QUEEN» (Quaternary Environment of the Eurasian North - Природная среда евразийского Севера в четвертичном периоде) [Svendsen et al., 1999]. В этом обобщении удалось показать, что плато Путорана полностью не перекрывалось ледниковым покровом во время последнего ледникового максимума, под которым понимается сартанское оледенение. Однако участники проекта Европейского научного фонда «Eurasian Ice Sheets» [2001] (Евразийские ледниковые щиты) все-таки «накрывают» плато Путорана ледниковым щитом.

Полевые исследования, легшие в основу данного исследования, проведены в 1997, 1999 и 2000 гг. В 1997 г. на берегах озер Лама и Пясино, на плато в районе озер Нералах и Богатырь работала совместная российско-германская экспедиция в рамках проекта «Природная система моря Лаптевых». В 1999 г. российскими участниками проекта продолжалось исследование территории в районе оз. Таликит и верховьев р. Микчангда, в 2000 г. в районе озер Кета, Глубокое и Тонель в составе геохимической партии Центральной арктической геологоразведочной экспедиции (ЦАГРЭ, Норильск).

Комплексные исследования водоемов и их водосборов заключались в изучении гидрологического режима озер; исследовании озерных ванн и донных отложений как дистанционными методами (сейсмоакустическое профилирование и эхолотирование), так и непосредственно при отборе осадков; изучении геоморфологического строения и вещественного состава четвертичных отложений изучаемого района; магнитного поля объектов.

Троговые, или U-образные, долины очень широко распространены на плато Путорана. Наиболее явными и крупными представителями такого типа долин являются долины рек: Микчангда, Бытык, Южный Икон, Токинда, Тонель. Ширина днища долины р. Микчангды составляет от 1.2 км в верхнем течении до 10 км в устьевой части. Схожие морфометрические параметры имеет троговая долина, по днищу которой протекают реки: Тонельгагочар, Южный Икендекит и Тонель. Все эти долины образованы по разломам земной коры, их U-образный поперечный профиль не всегда может быть объяснен действием только ледниковой экзарации, но действительно на протяжении своего развития эти долины часто были путями стока выводных или долинных ледников.

Наиболее распространенные формы рельефа, возможно связанные с механическим воздействием ледников, - многочисленные каровые ниши и небольшие цирки, располагающиеся на абсолютных отметках от 550 м в горах Микчангда до 1200 м на востоке исследованной площади (горы Богатырь). Их количество достигает максимума на водоразделе бассейна оз. Лама и р. Бол. Хоннамакит, а также в горах Бучарама и значительно уменьшается на севере и западе района с уменьшением высот плато. В отдельных случаях наблюдаются вложенные друг в друга каровые ниши с отчетливыми, разделяющими их ригелями.

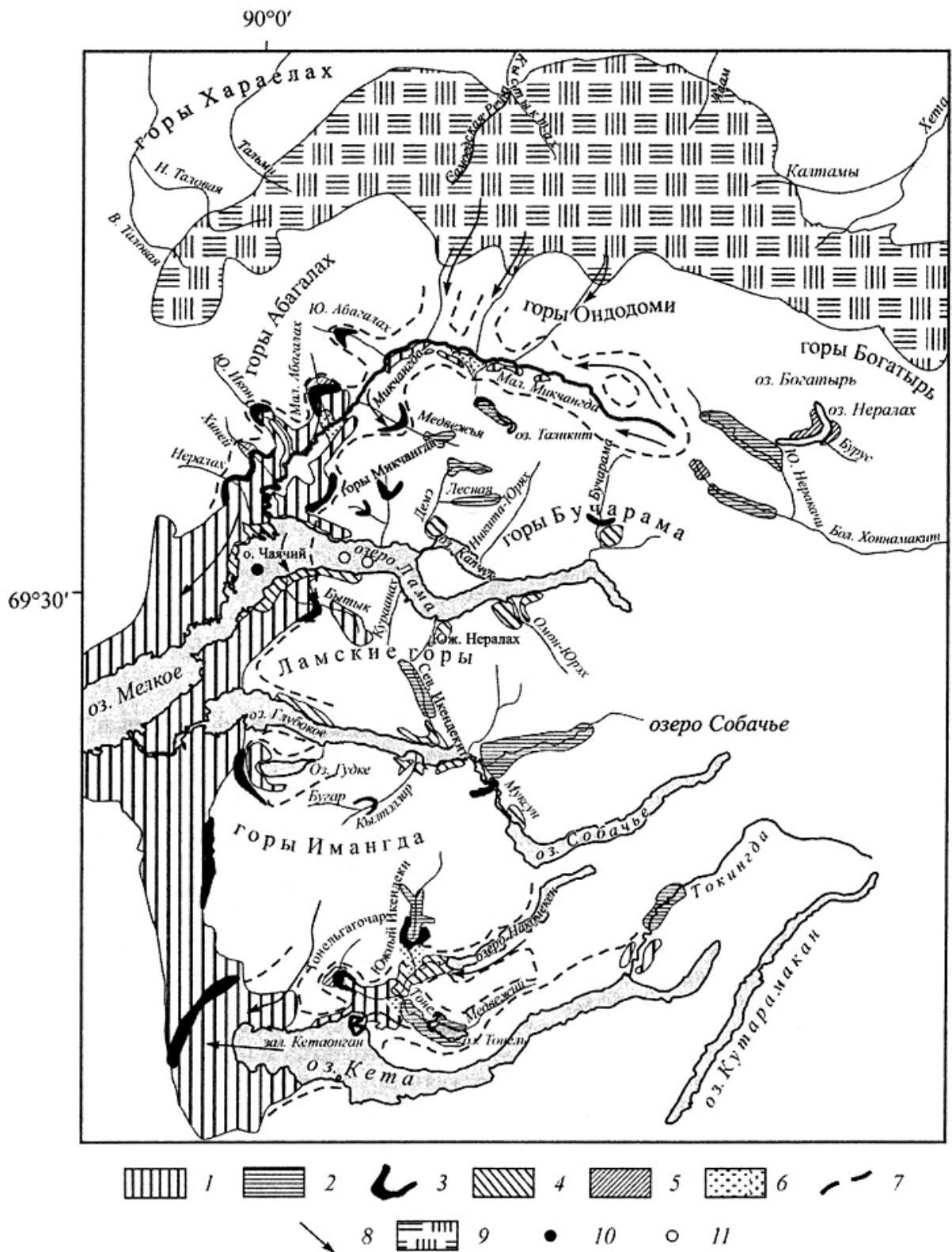


Рис. 1. Гляциогсоморфологическая схема северо-западной части плато Путорана (по данным полевых наблюдений).

1 — комплекс перигляциальных форм рельефа и отложений; 2 — комплекс супергляциальных форм рельефа и отложений; 3 — краевые ледниковые гряды; 4 — поверхности высоких (30—40 м) террас и субаквальных дельт приледниковых бассейнов; 5 — поверхности террас локальных приледниковых бассейнов; 6 — поверхности озерных террас; 7 — реконструированные границы крупных выводных ледников; 8 — направления движения ледников; 9 — предполагаемый крупный ледниковый купол в северо-западной части плато; 10 — места отбора колонок донных отложений оз. Лама, содержащих ледниковые осадки; 11 — места отбора колонок донных отложений оз. Лама, без содержания ледниковых осадков.

О-в Чаячий, находящийся в северо-западной части оз. Лама (рис. 1), представляет собой выход на дневную поверхность базальтов, несущих явные следы ледниковой экзарации, - ледниковые борозды шириной до десятков сантиметров, штрихи, зашлифованную поверхность, месяцеобразные и U-образные сколы, ориентированные по азимуту запад - юго-запад 245-250°. Очевидно, крупный ледниковый язык спускался по долине р. Микчангда и, достигнув южного берега оз. Лама, поворачивал в западном направлении, образуя бараний лоб в результате механического воздействия на подстилающие породы.

Ледниковые отложения и ледниковая морфоскульптура широко развиты в исследованном районе. Основная морена выходит на поверхность фрагментарно в днищах озерных котловин, а также в долине р. Микчангда - в пределах областей развития флювиогляциального рельефа (нижнее течение рек Неракачи, Икон, Хинэй). Отложения, как правило, представлены несортированной массой, состоящей из песчаного алевролита, мелких и средних валунов, составляющих до 40-50 % объема. Видимая мощность морены в районе р. Хинэй и Икон не превышает 1.5 м. Несколько больше она в долине р. Демэ, в 1.5 км ниже устья р. Лесной - до 6 м. Максимальная видимая мощность ледниковых отложений - 14 м - отмечена в обнажении на правом берегу р. Микчангда, на излучине, расположенной в 800 м ниже устья р. Неракачи.

Отложения краевого ледникового комплекса слагают грядовые формы рельефа, отчетливо выраженные на космо- и аэрофотоснимках. У подножия западных склонов плато на площади, заключенной между озерами Мелким, Глубоким и Гудке, развит комплекс краевых ледниковых построек. При дешифрировании аэро- и космоснимков видно, что основная масса холмисто-грядовых образований высотой от 100 до 136 м вытянутых и занятых озерами понижений ориентирована в субширотном направлении. С востока краевые формы Микчангдского ледника подпираются краевым образованием ледника, выдвигавшегося из долины оз. Гудке. Холмы и гряды высотой до 130 м, озера этого моренного ландшафта вытянуты в субмеридиональном направлении и выпуклыми дугами ориентированы на запад, что говорит о движении ледника с востока.

Наиболее четко выделяются конечно-моренные гряды и краевые постройки (как фронтальные, так и боковые) в долинах западных притоков р. Микчангда: Хинэй, Южный Икон, Мал. Абагалах. Пространственное и высотное положение этих гряд свидетельствует о значительной энергии ледникового языка, спускавшегося с северо-востока по долине р. Микчангда и продолжавшего поступательное движение вверх по долинам притоков. Высота конечно-моренных гряд достигает 60 м. Отложения плохо сортированы и представлены средними и крупными валунами, реже крупным гравием с мелкой и средней галькой.

В результате исследований в верховьях р. Пяпина выяснилось, что гряда Ньяпан, считающаяся типичным конечно-моренным образованием [*Антропоген Таймыра, 1982*], сложена различными типами бассейновых осадков, формировавшихся в течение всего позднего неоплейстоцена.

На рис. 2 представлена принципиальная схема залегания рыхлых отложений в истоках р. Пяпина. Наиболее древней является толща горизонтально-слоистых галечников мощностью не менее 50 м. Галька хорошо окатана, часто с налетом солей на поверхности. Заполнитель - крупнозернистый песок и гравий. По-видимому, это прибрежные отложения холодноводного бассейна. В прислоненном виде в основании видимой толщи осадков залегает толща серых глин с включениями галек и конкреций, ядром которых являются тетрагональные кристаллы икаита с псевдоморфозами тинолита. Описанные в литературе [*Bradley & Krause, 1994*], эти минеральные образования свидетельствуют о холодноводных (0-7 °С) условиях бассейна накопления осадков. Аккумулятивная терраса высотой 50 м над современным уровнем моря сложена горизонтально-слоистыми песками. В основании разреза песков найден и датирован скелет оленя, радиоуглеродный возраст которого оказался равным $41\,900 \pm 1380$ л.н. (ЛУ-3953). Эти прибрежные

бассейновые отложения, вероятно, откладывались во время каргинской ингрессии моря, когда р. Пяси́на являлась эстуарием Карского моря.

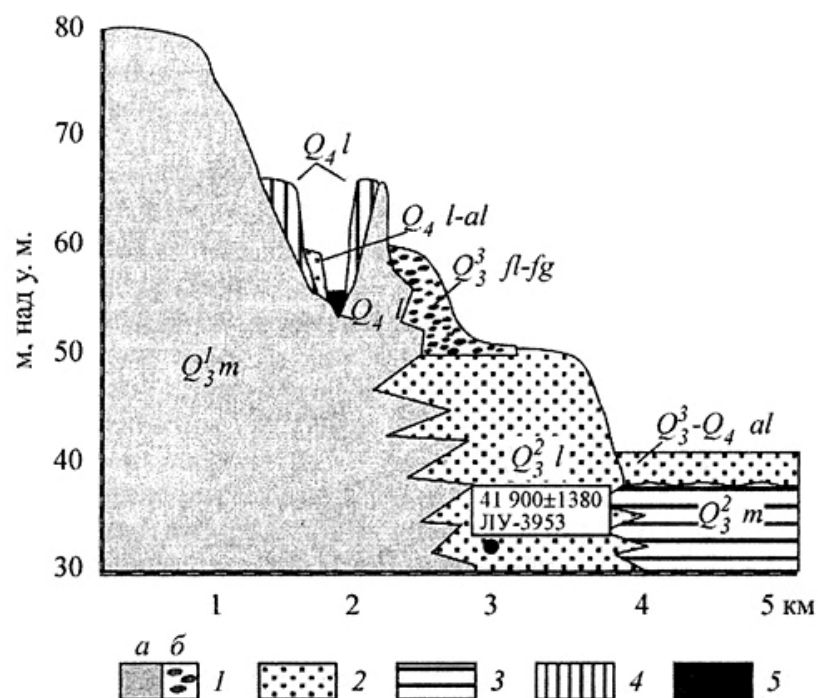


Рис. 2. Сводный разрез четвертичных отложений гряды Няпан в верховьях р. Пяси́на (кружком в основании террасы оз. Пяси́но показано место отбора образца, по которому была получена радиоуглеродная датировка по скелету северного оленя).

l — галечники (*a* — морские, *б* — флювиогляциальные), 2 — пески, 3 — глины, 4 — песчаные алевриты с валунами, 5 — озерные илы.

Эхолотирование дна (рис. 3) и геоморфологические наблюдения по берегам оз. Капчук позволили определить конечно-моренные образования на дне озера. В средней части озера, под северным берегом, расположены 2 небольших островка-гряды высотой до 8 м. Острова-гряды вытянуты с юга - юго-запада на север - северо-восток поперек простирания долины озера. Грубообломочный материал состоит в основном из валунов и глыб средней и плохой окатанности. В бровке террасовой площадки северного острова сортировки обломочного материала не наблюдается. Не менее 15 % валунов имеют хорошо выраженные следы ледникового воздействия: ледниковую штриховку, пришлифовку, серповидные сколы. Подводные склоны островов крутые. Между островами на поверхности гряды наблюдаются воронки глубиной до 5 м гляциокарстового происхождения. Между островами и северным берегом расстояние только 100 м, глубины здесь достигают 20 м.

По характеру рельефа и геоморфологическим признакам видно, что северная половина озера была занята ледниковым языком, некогда спускавшимся по долине р. Демэ и отложившим на дне озера ледниковые отложения с погребенным мертвым льдом. По краю ледниковой лопасти активно действовали потоки талых ледниковых вод, промывшие ложбины вдоль склонов долины. Такие же ложбины, вероятно ложбины стока талых ледниковых вод, наблюдаются на сейсмоакустических профилях под южным берегом оз. Лама в его западной, сравнительно мелководной, части.

Флювиогляциальные отложения и сложенные ими формы рельефа широко развиты в пределах исследованной территории. Состав отложений практически всех исследованных водно-ледниковых форм рельефа однообразен и представлен валунно-галечно-гравийными разностями с мелкозернистым песком в заполнителе. Процентное содержание валунов и гальки меняется по разрезу, но практически всегда превышает в

сумме 60 % объема. Количество валунов, как правило, увеличивается вверх по разрезу и по направлению к краю бывшего ледника (до 70 %), что связано как с увеличением доли материала абляционной морены, так и с интенсивным выносом мелкозема в период активной дегляциации. Окатанность валунов - 2, галек - 3 (по шкале Хабакова), форма округлая, редко уплощенная. В межгрядовых понижениях отмечены изолированные, изометричные в плане холмы высотой до 20 м, сложенные на 70 % средними и крупными валунами. В междуречье рек Хинэй и Икон гряды ориентированы параллельно конечнo-моренной гряде и образуют лестницу флювиогляциальных террас, которая расположена вдоль склона плато, обращенного к долине р. Икон. Гряды возвышаются друг относительно друга на 30-40 м.

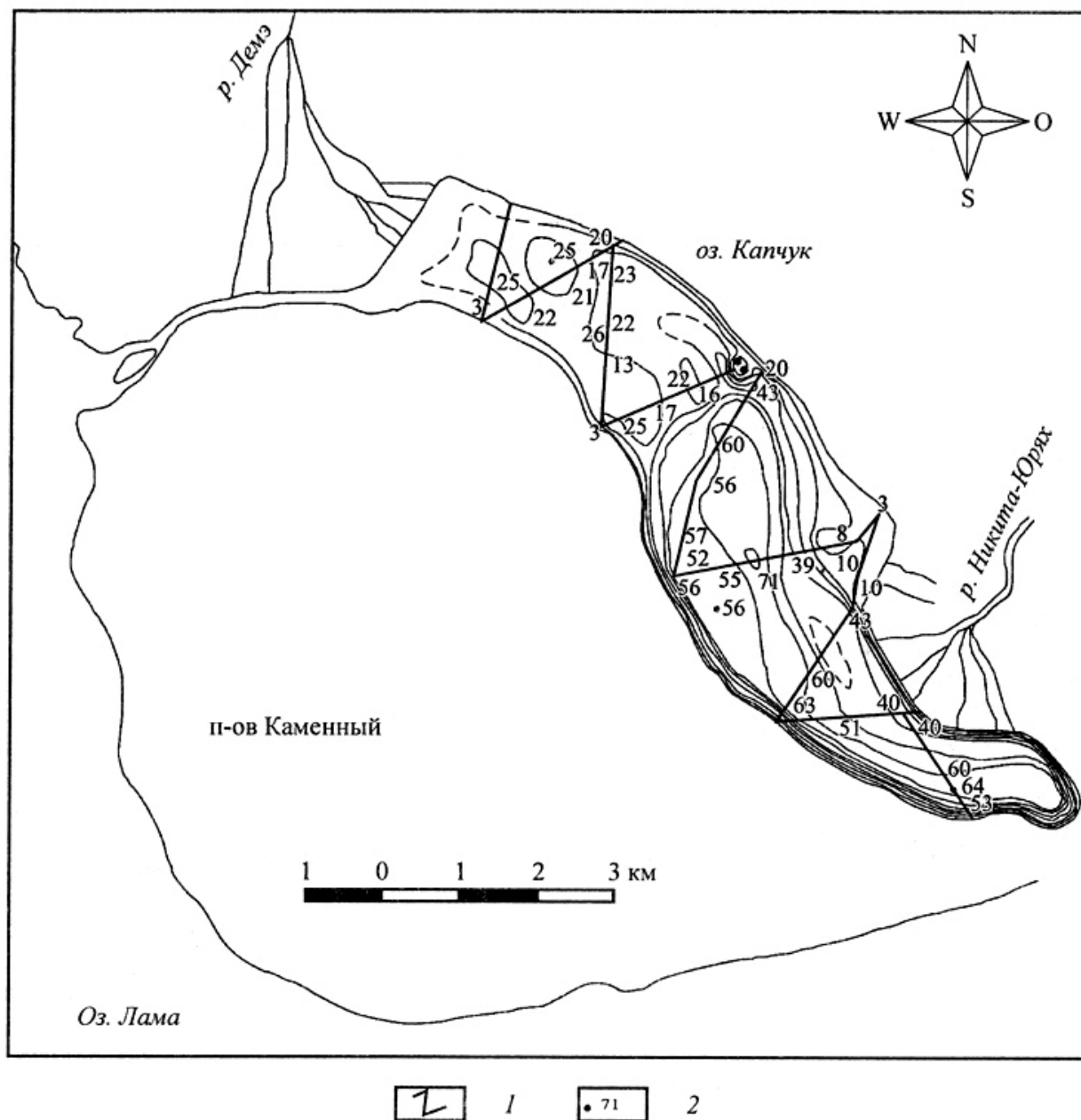


Рис. 3. Батиметрическая схема оз. Капчук по данным эхолотирования (изобаты показаны через 10 м).
1 — профили эхолотирования, 2 — промеренные глубины.

Для отдельных отрезков долины р. Микчангда характерна приуроченность флювиогляциальных гряд к структурно-денудационным террасам, образованным выходами базальтовых покровов, в результате чего гряды приобретают ориентировку,

приблизительно параллельную оси долины. Системы параллельно ориентированных гряд отмечены также и в некоторых долинах-притоках, таких как Мал. Абагалах, Южный Абагалах, Мал. Микчангда. Значительно реже гряды ориентированы поперек долины. На участках долины Микчангда, где река прорезает флювиогляциальные гряды (как, например, в 0.8 км ниже устья р. Микчангда-Кыстыктах и на излучине в районе устья р. Неракачи), ее русло осложнено многочисленными крупными валунами и порогами. Здесь же гряды достигают максимальных высот до 45-50 м над урезом р. Микчангда.

Флювиогляциальные и ледниковые формы рельефа широко распространены и в долине р. Бытык. Здесь, на правом склоне долины, на ступенчатом базальтовом склоне залегает чехол валунно-галечного и песчаного материала - отложения, по-видимому, основной морены и флювиогляциальных отложений. В разрезах мощностью до 35 м по долине р. Бытык обнажаются валунно-галечно-песчаные отложения с водной сортировкой и слоистостью. Западная часть долины низовьев р. Бытык занята флювиогляциальными равнинами и холмисто-грядовым, термокарстовым рельефом на флювиогляциальных отложениях. Они представлены песчано-галечно-валунным материалом с преобладанием песка на окраине массива и валунно-галечного материала у русла современного водотока р. Бытык. Там, в расчистке, переслаиваются пески и галька с увеличением более грубообломочного материала вверх по разрезу. Видимая мощность песчано-галечной толщи - 24 м.

Оз. Нералах находится в западной части плато Путорана с наиболее высокими абсолютными отметками рельефа (рис. 1). Урез воды озера - на высоте 921 м над у.м. Максимальная высота плато в районе озера - 1505 м. Котловина состоит из двух разноориентированных частей - субмеридиональной и субширотной. Максимальная установленная глубина - 54 м. Субмеридиональный участок озера занимает лишь часть крупной долины, по которой с юга в озеро впадают два притока, в числе которых р. Бурус. Днище этой долины, включая и днище озера, выполнено рыхлыми песчано-галечно-гравийно-валунными отложениями, имеющими двучленное строение. Верхняя пачка рыхлых отложений представлена галечно-гравийно-валунным материалом и слагает отдельные геологические тела в виде «нашлепок». Их мощность до 10 м, они имеют конусообразную форму и, вероятно, являются останцами абляционной морены.

Нижняя пачка отложений, мощность которой по геоморфологическим представлениям не менее 30 м, сложена хорошо перемытыми песками, гравием, галькой и валунами с хорошо выраженной градиционной слоистостью. Четких контактов между слоями нет. Однако грубые и мелкие фракции везде по разрезу последовательно сменяют друг друга, судя по серии закопуш, заложенных по долине р. Бурус.

Для определения характера оледенения на плато Путорана большое значение имеют формы рельефа, распространенные у его северо-западного подножия. Там, при выходе из плато, реками Хета, Авам, Самоедская речка, Тальми и другими сформированы обширные конусы выноса, имеющие формы дуг, выпуклостью ориентированные на север.

Свидетельством повышенного стояния уровня крупнейших озер исследованной территории и более мелких бассейнов служат террасы и конусы выноса, развитые по берегам бывших водоемов (рис. 1). Наиболее значительные конусы выноса находятся в устьях рек Омон-Юрэх и Южный Нералах, которые впадают в оз. Лама с юга. Древний конус выноса р. Южный Нералах (рис. 4) имеет протяженность около 1 км вдоль берега озера и протягивается на 1300 м вдоль правого берега современного русла вглубь долины. Высота конуса выноса 34-36 м над урезом воды в озере, и она закономерно уменьшается от середины конуса к склонам долины реки, а также по направлению к озеру. Склон, обращенный к современному руслу, подмывается рекой. Крутизна осыпного склона до 30°. В естественном обнажении высотой 25 м сверху вскрывается горизонтально залегающий валунно-галечный горизонт мощностью 2.5 м. Сортировка обломков плохая, но галька хорошо окатана. Ниже - косослоистые серии этих же отложений. В виде фрагментов на склоне из-под осыпи обнажаются ритмично-слоистые пачки галечников,

гравийников и песков с градационной слоистостью. Падение пачек на северо-восток под углом 25-30°. Это отложения подводного конуса выноса. Датирование растительного детрита, собранного геологами ЦАГРЭ из косослоистых валунно-галечных пачек, показало радиоуглеродный возраст $10\,290 \pm 180$ л. н. (ЛУ-4894).

В широких долинах, открывающихся к озеру, существуют эрозионные останцы древних конусов выноса. Наиболее выразительным из обнаруженных является останец в долине р. Бучарама, впадающей в оз. Лама в восточной его части. Останец с крутыми заросшими склонами также имеет высоту около 35-40 м над уровнем воды в оз. Лама (80-85 м абсолютной высоты) и протяженность 700 м вдоль р. Бучарама.

В долине р. Демэ, в 1.5 км от места ее впадения в оз. Капчук, описан целый комплекс дельтовых отложений, сменяющийся вниз по течению осадками озерного бассейна.

В широкой долине современных рек Микчангда и Нералах в северо-западном углу оз. Лама - в 4.5 км к северу от него - образована широкая плоская поверхность древней дельты р. Нералах. Поверхность сложена галечниками и валунниками в вершине и на 2/3 своего протяжения. Внешний край дельты, обращенный к озеру, с поверхности сложен песками и не имеет обрывистых склонов, что характерно для конусов выноса, обрывающихся к озеру. Высота ее поверхности 31 м над современным уровнем воды в озере (абсолютная высота 76 м). Аналогичная, но меньшая по размерам палеodelьта приурочена к ложбине стока в долине р. Хинэй. Обе дельты отчетливо выражены на аэрофотоснимках.

Озерные террасы имеют место на южном берегу оз. Лама. В 5.2 км к востоку от главной протоки устья р. Бытык хорошо выделяются 2 абразионные террасы высотой 27-29 (шириной 50 м, протяженностью до 0.5 км) и 36-37 м. В 800 м к западу от террас вскрывается аккумулятивное тело озерной террасы. Оно состоит из алевроитов и песков, отложившихся в водном бассейне. Озерные террасы в виде древних пляжей также развиты в западной части дельты р. Бытык, на аккумулятивных ледниковых образованиях, на высоте 35-40 м над современным уровнем оз. Лама.

О повышенном (по сравнению с современным) стоянии уровня оз. Лама свидетельствуют террасы по его берегам на высотах до 7-8 м. Это острова дельты р. Бытык с радиоуглеродными датировками органического материала 2250 ± 50 (лаб. № образца ЛУ-3954) и 4470 ± 160 л.н. (ЛУ-3966). Это бобровая плотина на высоте 5 м над озером в устье р. Микчангда, датированная по древесине 2010 ± 50 л. н. (ЛУ-3950) и бересте - 1940 ± 60 л. н. (ЛУ-4057).

В восточной части оз. Глубокого, в приустьевых частях рек Северный Икендеkit и Кылтэллар, речные палеodelьты возвышаются на 30 м над современным уровнем озера. Радиоуглеродная датировка растительного детрита из озерной террасы высотой 80-90 м над уровнем моря оказалась равной $13\,570 \pm 220$ л. н. (ЛУ-4892).

Озерная терраса высотой 80-90 м над у.м. (20-25 м над уровнем озера) наблюдается при истоке р. Муксун из оз. Собачьего на его восточном берегу. Озерные отложения, судя по датировкам растительного детрита ($10\,120 \pm 190$ л. н. ЛУ-4891 и $10\,980 \pm 190$ л. н. ЛУ-4893), формировались на границе неоплейстоцена и голоцена. Тогда исходя из одинаковых высот озерных террас озер Собачьего, Глубокого и Гудке их объединял единый бассейн, скорее всего подпруженный ледником.

В устье реки-протоки Гудке-Дапту, соединяющей озера Гудке и Глубокое, датированы отложения озерной террасы высотой 3-4 м. Абсолютная высота места отбора древесины из террасы - 54 м. Возраст древесины - 6480 ± 40 л. н. (ЛУ-4549). Вероятно, и в голоцене уровень оз. Глубокого был выше современного на несколько метров. Из террасы высотой 8 м (абсолютная высота 60 м), здесь же в устье р. Гудке-Дапту, растительный детрит показал радиоуглеродный возраст 4900 ± 100 л. н. (ЛУ-4896).

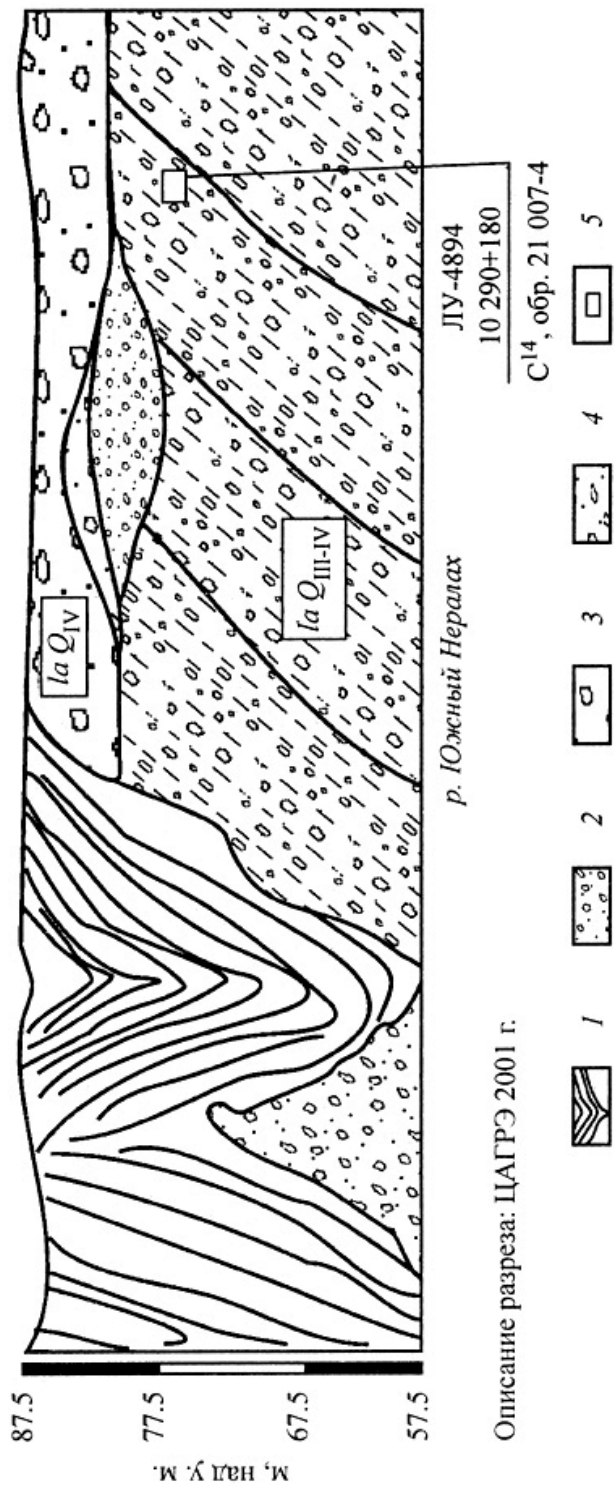


Рис. 4. Отложения дельты реки ледникового питания в устье р. Южный Нералх.

1 — осыпь, 2 — отложения субаквальной части дельты (гравийно-галечный материал с песчано-алевритовым заполнителем), 3 — отложения русловой фации (валушно-галечно-песчаный материал), 4 — озерно-аллювиальные отложения (песчано-гравийная лигза), 5 — место отбора образца на радиоуглеродное датирование.

Локальные подпрудные бассейны отмечены в долинах-притоках р. Микчангда. Терраса бывшего подпрудного озера обнаружена в долине р. Хинэй - выше по течению от конечно-моренной гряды. Высота террасы 3.2 м. Радиоуглеродная датировка из основания расчистки (0.4 м над уровнем реки) 2960 ± 90 лет (ЛУ-3952), по-видимому, характеризует лишь верхнюю, доступную наблюдению часть разреза осадков озерного бассейна, который был спущен в результате прорыва дамбы в конце голоцена.

Перекрытые пески, гравий и галька с валунами, наблюдавшиеся в долине оз. Нералах и слагающие нижнюю пачку рыхлых отложений, вероятнее всего, могли формироваться в условиях приледникового водоема. Эти отложения слагают в основном террасовые площадки высотой 2, 4, 6 и 15 м над уровнем озера.

В ходе маршрута от оз. Лама до оз. Нералах в долине р. Бол. Хоннамакит наблюдались многочисленные эрозионные останцы, сложенные аналогичными отложениями, что говорит о широком развитии подпрудных бассейнов в пределах плато. Кроме того, в долине р. Бол. Хоннамакит отмечена площадка террасы голоценового водоема высотой 3.5 м.

В долине оз. Тонель также имеются озерные террасы. Они распространены на восточном склоне котловины и эродированы ручьем Медвежьем. Их высота до 12 м. В долине р. Тонель при ее вытекании из озера имеют место 2 генерации конусов выноса, образованных при сработке более высокого уровня озера.

Оз. Таликит также было подпружено, вероятно, ледником. Из озерной террасы высотой 2.2 м датированы растительные остатки. Их радиоуглеродный возраст составляет $10\ 100 \pm 45$ л.н. Это означает, что ледниковая подпруда исчезла позже.

На восточном берегу залива Кетаонган (оз. Кета) отлично выражена террасовая площадка высотой 15-45 м, что соответствует абсолютной высоте 100-130 м. Она выработана во флювиальных галечниках и валунниках.

По данным сейсмоакустического профилирования, проведенного по всей площади оз. Лама, мощность илов составляет около 20 м. Максимальная зафиксированная мощность - 50 м [Melles et al., 2006]. Пробурены 3 скважины в донных отложениях: PG 1111 (в 1993 г.) [Hahne & Melles, 1999], PG 1327 и PG 1341 (в 1997 г.) [Melles et al., 2006]. Они проникли в донные осадки на глубину 10.6, 6.41 и 18.85 м соответственно. Схема их расположения показана на рис. 1. Скважины PG 1111 и PG 1341 расположены в западной части озера на глубинах 52.2 и 66 м соответственно. Но они заложены к юго-востоку от устья р. Микчангда, что, как оказалось, принципиально важно. Скважина PG 1327 пробурена к западу от о-ва Чайячьего, в мелководной части озера. Ее устье расположено на глубине 4 м. Отложения, поднятые из скважин PG 1111 и PG 1341, состоят из глинистых алевритов и глин с содержанием песка $< 5\%$ [Hahne & Melles, 1999; Melles et al., 2006]. Минеральная компонента явно преобладает над органической. Отложения, вскрытые скважиной PG 1327, состоят из алеврита и вскрывающегося ниже 3 м грубообломочного материала в алеврито-глинистом заполнителе (вероятно, ледниковые отложения).

К настоящему времени произведен комплексный анализ колонки PG 1111. Выполнены спорово-пыльцевой [Hahne & Melles, 1999] и диатомовый анализы [Kienel, 1999], произведено определение возраста осадков свинцовым методом ^{210}Pb [Hagedorn et al., 1999]. По результатам спорово-пыльцевого и диатомового анализов определено, что возрастная граница между плейстоценом и голоценом в точке отбора осадков находится на глубине 6.23 м от поверхности дна. Средняя скорость осадконакопления за голоцен составила 0.54 мм/год, что хорошо коррелируется со скоростью осадконакопления за последние 100 лет - 0.62 мм/год, определенной свинцовым методом в поверхностных осадках [Hagedorn et al., 1999]. Граница между плейстоценом и голоценом четко определена по резкому возрастанию количества пыльцы, спор и диатомовых водорослей в осадках и их явно более благоприятным условиям обитания [Kienel, 1999]. Кроме того, приведенные скорости осадконакопления подтверждаются гидрологическими данными (измерение скорости накопления в осадкоулавливателях) и данными радиоуглеродного

датирования отложений в других тектонических озерах п-ова Таймыр, например в оз. Левинсон-Лессинга [Ebel et al., 1999].

Таким образом, в точках отбора колонок донных отложений глубоководной части оз. Лама зарегистрировано непрерывное озерное осадконакопление в течение длительного периода - как минимум на протяжении конца позднего неоплейстоцена и голоцена исходя из данных бурения. Данные сейсмоакустического профилирования свидетельствуют о том, что озерное осадконакопление в глубоководной части озера продолжалось более длительное время.

Распределение температур по глубине имеет свои особенности в различных частях озера. Для предмета исследований особенно важно определить температурные условия на придонных горизонтах. От поверхности, где температуры колеблются от 7.40 до 14.80 °С (измерения 5-9 августа 1997 г.), в глубь происходит охлаждение воды. На глубине 50 м температура опускается до 3.71-4.09 °С. Горизонт 100 м характеризуется колебаниями температур в пределах от 3.52 до 4.02 °С. На глубине 150 м температура становится практически постоянной - 3.50-3.54 °С. В придонном слое воды отмечено повышение температуры на нескольких глубоководных станциях на величину до нескольких сотых градуса. Это означает, что вода в придонных слоях прогревается, что может быть вызвано повышенным тепловым потоком из недр в зоне глубинного разлома, по которому заложена долина оз. Лама.

Исходя из новых данных и результатов предшествующих исследований имеется целый ряд признаков активного действия ледников в долинах плато Путорана. Наиболее активным, судя по рельефу и отложениям, был ледник, спускавшийся по долине р. Микчангда. Комплекс конечно-моренных образований в районе оз. Мелкого и р. Норилки, хорошо выраженные ледниковые образования и котловины подпруженных приледниковых бассейнов по долинам притоков р. Микчангда, бараньи лбы, выработанные в базальтах двигавшимся на запад ледником (о-в Чаячий), ледниковые отложения под озерными илами в западной части оз. Лама - все это свидетельствует об активном движении льда в выводном леднике с температурным режимом, близким к теплому типу ледников. Ориентированная выпуклостью вверх по долине моренная гряда в среднем течении р. Бытык может быть объяснена вползанием лопасти Микчангдского ледника вверх по долине. И в других долинах, например в долине р. Хинэй, есть такие же признаки движения льда вверх по долинам. Предшествовавшими исследователями такие же моренные гряды, задвинутые вверх по течению, отмечались в долинах рек Абагалах и Куранаах [Крюков, 1969]. По другим долинам, расположенным к востоку от р. Дэмэ, ледники не достигали долины оз. Лама, о чем говорит отсутствие ледниковых образований в устьевых частях большинства ламских притоков. Лишь по долине р. Дэмэ выводной ледник проникал в котловину оз. Капчук, где и оставил комплекс ледниковых форм и отложений, хорошо читающихся на дне современного озера. Однако и здесь ледник полностью не занимал котловины заполненного теперь водой разлома земной коры. Юго-восточная часть озера и во время оледенения продолжала заполняться осадками, приносимыми флювиогляциальными потоками по долине р. Никита-Юрях.

К востоку от меридиана устьев рек Микчангда и Бытык озеро было свободно от ледникового льда. Во-первых, потому, что ни по одной из долин притоков лед в котловину озера не поступал. Во-вторых, процесс непрерывного озерного осадконакопления, даже в непосредственной близости от ледниковой плотины, не затухал в течение по крайней мере конца позднего неоплейстоцена, о чем свидетельствуют разрезы донных отложений скважин PG 1111 и PG 1341. Эти представления идут вразрез с классической точкой зрения, что ледники более или менее крупных оледенений всегда занимали долины Норильских озер [Крюков и Федоренко, 1973].

По дистанционным данным, западная периферия оз. Кета обрамлена комплексом краевых образований, ориентировка которых свидетельствует о движении ледника с востока - из оз. Кета. В.Д. Крюков и В.А. Федоренко называют эти ледниковые отложения

мелколамскими слоями и относят их формирование к границе плейстоцена и голоцена [Крюков и Федоренко, 1973]. Однако пока не найдено ледниковых отложений и форм рельефа в долине оз. Кета к востоку от залива Кетаонган. Моренный ландшафт побережья этого залива образовался выдвиганием ледниковой лопасти из долин рек Южный Икэндекит и Тонель. Ледник перекрывал западную часть оз. Кета, но оставлял свободной его восточную часть.

Флювиогляциальные отложения имеют значительное преимущество перед ледниковыми в разрезах четвертичных отложений исследованной площади. Мощные пачки косослоистых песков, галечников и валунников вскрываются повсюду. Отложения потоков плащом мощностью в несколько метров перекрывают структурные ступени, образуют зандры в долине р. Бытык. Особенно яркие примеры флювиогляциальной деятельности обнаруживаются в устьях большинства рек, впадающих в озера Лама и Капчук. Это конусы выноса, сложенные валунно-галечно-песчаным материалом, и их останцы на некотором удалении от современных устьев. Высота конусов выноса и высота террас по берегам озер свидетельствуют, что разгрузка огромного количества обломочного материала осуществлялась в бассейн, уровень которого был на 35-40 м выше современного. Подпруживание озер при наличии столь ярких свидетельств действия ледников и их талых ледниковых вод логично связать с ледниковой дамбой, условия для формирования которой сложились в результате вытекания в оз. Лама по долине р. Микчангда выводного ледника. О существовании этой ледниковой плотины свидетельствуют как сами озерные террасы и конусы выноса, так и ложбина стока талых ледниковых вод, обнаруженная в результате проведения сейсмоакустического профилирования вдоль южного берега оз. Лама к востоку от устья р. Бытык. Подобные долины ярко выражены и на дне оз. Капчук, где стагнировала ледниковая лопасть ледника, спускавшегося по р. Дэмэ.

Во время существования ледниковой плотины уровни озер Лама и Глубокого повышались, о чем свидетельствуют 27-45-метровые озерные террасы и древние флювиогляциальные дельты в различных частях котловин озер. Вполне возможно, что существовал единый подпрудный бассейн с высотами уреза воды 80-90 м над у.м. на месте современных озер: Глубокого, Гудке и Собачьего. Уровень подпрудного бассейна оз. Кета был выше - до 100-130 м над современным уровнем моря.

На плато Путорана в районе оз. Нералах и Богатырь комплекс ледниковых и озерных отложений свидетельствует о том, что в котловине оз. Нералах существовало приледниковое озеро. Его уровень был на 15 м выше современного. На склонах озерной котловины существовали кары, которые были заняты ледниками. Основная лопасть ледника спускалась с юга по широкой долине, занимая меридиональный отрезок котловины современного озера. В отличие от Микчангдского ледника этот ледник был пассивен в рельефоформировании, так как следов движения ледника не обнаружено. На отложениях приледникового водоема имеется незначительный плащ абляционной морены, свидетельствующий о пассивном вытаивании обломочного материала из деградировавшего ледника.

В горах Микчангда - севернее оз. Лама, ледники располагались на водоразделах и спускались выводными лопастями по долинам. Так, по долине р. Таликит в сторону долины р. Микчангда спускался выводной ледник, но не достигал ее. Зато к югу с этих гор по долине р. Дэмэ спускался активный выводной ледник, достигавший оз. Капчук.

В Ламских горах на водоразделе рек Северный Икэндекит и Курааных остались следы неактивного ледника, практически не спускавшегося по долинам. Более активный ледник находился на водоразделе рек Кылтэллар и Бугар, откуда он двигался вниз по долине р. Кылтэллар не далее чем на 6 км от водораздела. В долине отмечены стадии деградации этого ледника.

В районе истоков р. Пяпина оледенение могло существовать в виде небольших выводных ледников, спускавшихся с гор Хараелах с востока, или, скорее всего, в виде

ледников подножий, опоясывавших горы. Здесь нет следов активного воздействия ледников на подстилающий субстрат. Однако есть многочисленные термокарстовые или, скорее, гляциокарстовые озера, сформировавшиеся в результате вытаявания мертвых полей льда. Также многочисленны свидетельства активного влияния талых ледниковых вод, запечатленные, например, в переотложенных неоплейстоценовых бассейновых галечниках, слагающих ныне некоторые флювиальные формы рельефа. Предположение о том, что гряда Ньяпан сложена ледниковыми отложениями [*Антопоген Таймыра, 1982*], приведенными данными не подтверждается.

Северо-западный склон плато Путорана характеризуется глубоко разработанными транзитными долинами рек Верхняя и Нижняя Таловые, Тальми, Самоедская речка, Кыстыктах, Ондодоми, Мал. и Бол. Авам, Хета и другими, которые несут на себе отпечаток интенсивной глубинной водной эрозии.

Так как долины этих рек в пределах плато эрозионные, нет основания предполагать их ледниковый генезис. В совокупности эрозионный характер долин и мощнейшие конусы выноса у подножия плато свидетельствуют о том, что вся энергия ледников, лежавших на плато, была реализована в катастрофических выносах обломочного материала талыми водами и в выработке эрозионных долин. Геологическое строение конусов, однако, не так просто. Кроме флювиогляциальной составляющей, они сложены и ледниковыми образованиями, и погребенными льдами, и морскими отложениями (по устному сообщению В. Седова, проводившего там геологическую съемку и подготовившего лист Государственной геологической карты масштаба 1 : 200 000 на эту территорию). Не исключено, что эти формы и отложения формировались в течение нескольких фаз оледенения позднего неоплейстоцена, в том числе тогда, когда в морской бассейн откладывались ледниковые осадки с плато Путорана. На такие условия осадконакопления указывали В.Д. Крюков и В.А. Федоренко, описывая отложения Коевской свиты, откладывавшейся в условиях одновременной трансгрессии моря и оледенения прибрежных областей [*Крюков и Федоренко, 1973*]. Не исключаются также и ранее предположенные присклоновые ледники, опоясывавшие плато по его северо-западному подножию [*Крюков и Федоренко, 1973*]. Так как до настоящего времени нет никаких данных о возрасте и о соотношении геологических тел в этих уникальных формах, трудно решить задачу стратиграфического расчленения комплекса отложений, а значит, и определить возраст фаз оледенений, сами типы оледенения на различных отрезках позднего неоплейстоцена и голоцена. Ясно только, что ледники были приурочены к плато Путорана как к центру оледенения.

Таким образом, собранные к настоящему времени данные свидетельствуют о том, что последнее крупное оледенение в северо-западной части плато Путорана не было покровным. Ледники распространялись из некоторых центров оледенения по долинам в виде выводных языков. В основном они не достигали крупных тектонических котловин (например, оз. Лама) и тем более не заполняли их. Питающие центры развивались в виде ледниковых куполов незначительной мощности (до 300-500 м), размером в поперечнике до 30-40 км и соединялись друг с другом тонкими полями мертвого льда. Ледниковые купола были пассивны в рельефоформировании благодаря своему расположению на вершине плато, где были условия для формирования ледников только холодного типа. Ниже в выводных ледниках температурный режим был иным, и ледники были способны к значительной рельефоформирующей деятельности. Например, в районе оз. Нералах, где плато имеет высотные отметки до 900-1000 м, ледники оставили после себя лишь незначительный плащ абляционной морены. На высотах 500-600 м (оз. Таликит в горах Микчангда) активность ледников выразилась в накоплении и отложении основной морены. На высотах 300-400 м (среднее течение р. Кылтэллар) ледники были еще более активны и могли создавать краевые образования до 30-40 м высотой. Внизу, в оз. Лама, выводной Микчангдский ледник был очень активен в рельефоформировании, что выразилось в образовании всего комплекса ледникового рельефа и отложений. Высотное

положение ледников прямо отражалось на их температурном состоянии и способности выполнять механическую работу.

Современное расположение снежников и присклоновых ледников в северо-западной части плато свидетельствует о максимальном снегонакоплении в горах Ондодоми, Абагалах, в меньшей степени в Ламских горах и горах Имангда. Благодаря своему высокому расположению (1100 м) скопление снежников отмечено и в горах восточнее оз. Собачье. Из приведенных палеогляциологических реконструкций ясно, что ледники последнего ледникового максимума также концентрировались в этих горах. Сравнительно мощные ледниковые купола возникали в северной и северо-западной частях плато Путорана, из которых истекал и крупнейший выводной Микчангдский ледник.

Оледенение северо-западной части плато было асимметричным. Южные склоны куполов характеризовались более активными выводными ледниками по сравнению с северными. С гор Микчангда спускался, например, активный ледник по долине р. Дэмэ, а в северном направлении выводные ледники были значительно меньшими и слабоактивными (ледник долины р. Таликит).

Это означает, что, вероятно, южные склоны куполов получали несколько больше осадков по сравнению с северными. В настоящее время такая асимметрия характерна для оледенения архипелага Северная Земля [Большаков и др., 1998].

Возраст оледенения и описываемых явлений определяется по данным палеоботанических исследований колонок донных отложений оз. Лама и радиоуглеродным датам террас и конусов выноса приледниковых бассейнов. Установлено, что на границе позднего неоплейстоцена и голоцена происходят резкие изменения в составе диатомовых и спорово-пыльцевых комплексов, содержащихся в донных осадках [Hahne & Melles, 1999]. Только в отложениях, относящихся к молодому Дриасу (Dryas-3), с глубины 6.68 м колонки донных отложений PG 1111 появляются диатомовые водоросли и необычайно широко распространяются в бореале, как и пыльца древесных растений.

Смена гидрологического режима оз. Лама, вероятно всего, определялась переходом от перигляциальных условий сартанского оледенения к северобореальным ландшафтам начала голоцена. Несколько полученных в последнее время радиоуглеродных датировок из конусов выноса и террас подпруженных ледником бассейнов (озер Лама, Глубокое, Собачье, Таликит) очень хорошо согласуются с палеоботаническими данными. Действительно, на границе плейстоцена и голоцена в исследуемом районе произошло разрушение ледников. О возрасте распада оледенения также свидетельствуют датировки аяклинских послеледниковых слоев возрастом 10 700-10 500 л. н. [Крюков и Федоренко, 1973]. Было ли сартанское время более благоприятным для развития оледенения, предстоит выяснить в будущем.

В голоцене, судя по хорошо определенным экологическим условиям [Ebel et al., 1999; Kienel., 1999], не было времени для развития значительных ледников в бассейне оз. Лама. Однако радиоуглеродные датировки отложений, слагающих тела дамб, подпруживавших водоемы в некоторых долинах, пересекающих плато, указывают на позднеголоценовый возраст подпруд. Не исключено, что и в голоцене на плато Путорана создавались условия для развития местных малоактивных ледников.

Подводя итог, возможно заключить следующее.

1. Оледенение последнего ледникового максимума характеризовалось развитием ледниковых куполов (типа современных Североземельских), тонких покровов мертвого льда в пределах плато и активными выводными ледниками в некоторых тектонически предопределенных долинах.

2. Ледниковые купола, мощность которых достигала нескольких сотен метров, располагались цепочкой в субширотном направлении от гор Хараелах на восток.

3. Асимметрия покровного оледенения состояла в том, что условия питания на южных склонах куполов были более благоприятными по сравнению с северными, так как основные выводные ледники истекли в южном и юго-западном направлениях.

4. Основная масса выводных ледников не достигала долин озер и тектонические долины плато Путорана были свободны ото льда.

5. Лишь некоторые крупнейшие выводные ледники достигали озер и перегораживали долины, в результате чего образовывались подпруженные ледниками водоемы.

6. По мере удаления в юго-восточном направлении в глубь плато от влагонесших воздушных масс (с запада) интенсивность и мощность оледенения ослабевали и основным типом ледников в центральных частях плато были тонкие мертвые ледниковые поля.

7. Благодаря своему географическому положению и проявлениям высотной поясности выводные ледники плато Путорана были наиболее теплыми по сравнению со всеми другими ледниками Таймыро-Североземельской области, и поэтому они были наиболее активными в рельефоформировании.

8. Сокращение оледенения сопровождалось катастрофическими выбросами продуктов эрозии тальми ледниковыми водами - у северного подножия плато сформированы обширнейшие флювиогляциальные конусы выноса, которые в настоящее время прорезаются такими реками, как Хета, Ондодоми, Тальми, Авам и др.

9. Время окончания последнего ледникового максимума на плато Путорана относится к границе плейстоцена и голоцена на основании полученных радиоуглеродных датировок и палеоботанических данных.

10. Подпрудные бассейны в долинах плато Путорана существовали и в голоцене (по данным радиоуглеродного датирования отложений из плотин), что не исключает развития маломощных ледников и в конце голоцена.

Одна из основных проблем - недостаточная возрастная привязка ледниковых событий плато Путорана. Из приведенных данных видно, что ледниковые комплексы отложений, скорее всего, разновозрастны. Ледники существовали как в позднем неоплейстоцене, так и в голоцене. Из приведенных заключений о том, что во время последнего ледникового максимума ледники не занимали глубоких тектонических долин, пересекающих плато, становится ясен характер последнего оледенения. Оно не было покровным, и ледники в виде ледниковых куполов и неподвижных ледниковых полей развивались в определенных частях плато. Существующие ледниковые формы и ландшафты на западных окраинах озер Кета и Глубокого пока не объяснены с этой точки зрения. Возможно, эти краевые образования имеют более ранний возраст, но это предстоит определить в будущем. Также чрезвычайно важным является определение возраста и взаимоотношений ледниковых и флювиогляциальных форм вдоль северо-западного подножия плато Путорана.

Авторы выражают свою признательность коллективу Центральной арктической геологоразведочной экспедиции (ЦАГРЭ), в составе которой они работали в 1999 и 2000 гг., а также лично Геннадия Владимировичу Шнейдеру - главному геологу экспедиции.

Исследования проводились при поддержке гранта РФФИ № 02-05-65296.

Список литературы

[1] Антропоген Таймыра. М.: Наука, 1982. 184 с.

[2] *Большаинов Д.Ю., Саватюгин Л.М., Шнейдер Г.В., Молодьков А.Н.* Новые данные о современном и древнем оледенении Таймыро-Североземельской области // МГИ. 1998. Вып. 85. С. 219-222.

[3] *Крюков В.Д.* [Подпрудные озерные образования и их связь с последним горно-долинным оледенением на северо-западе Средне-Сибирского плоскогорья](#) // Ученые записки НИИГА. 1978. Вып. 16. С. 109-113.

[4] *Крюков В.Д., Федоренко В.А.* Четвертичные образования Норильского района // Стратиграфия Норильского горнопромышленного района. Л., 1973. С. 66-79.

[5] *Шварев С.В.* Реконструкция сартанского оледенения плато Путорана (по данным космических съемок) // Геоморфология. 1998. № 1. С. 107-112.

[6] *Bradley R.T., Krause F.F.* Tinolite-type pseudomorphs after ikait: indicators of cold water on subequatorial western margin of lower carboniferous north America // Canadian society of Petroleum geologists. Memoir 17, 1994. P. 333-344.

[7] *Ebel T., Melles M., Niessen F.* Laminated sediments from Levinson-Lessing Lake, Northern Central Siberia - a 30 000 year record of environmental history? // Land-Ocean Systems in the Siberian Arctic. Dynamics and History. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1999. P. 425-435.

[8] Eurasian Ice Sheets. Final report 1998-2000. Part B: Final Scientific Report, 2001. P. 135-248.

[9] *Hagedorn B., Harwart S., van der Loeff M.M.R., Melles M.* Lead-210 dating and heavy metal concentration in recent sediments of Lama Lake (Norilsk area, Siberia) // Land-Ocean Systems in the Siberian Arctic. Dynamics and History. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1999. P. 361-376.

[10] *Hahne J., Melles M.* Climate and vegetation history of the Taymyr Peninsula since Middle Weichselian time - palinological evidence from lake sediments // Land-Ocean Systems in the Siberian Arctic. Dynamics and History. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1999. P. 407-423.

[11] *Kienel U.* Late Weichselian to Holocene diatom succession in a sediment core from Lama Lake, Siberia and presumed ecological implications // Land-Ocean Systems in the Siberian Arctic. Dynamics and History. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1999. P. 377-405.

[12] *Melles M., Bolshiyarov D., Lisitzina O., Wagner B.* Field evidence for the Late Quaternary climatic and environmental history of the southern Taymyr Peninsula, Central Siberia // Leipziger Geowissenschaften. 2006. Bd 16. 112 p.

[13] *Svendsen J.I., Astakhov V.I., Bolshiyarov D.Yu., Demidov I., Dowdeswell J., Gataullin V., Hjort Ch., Hubberten H.W., Larsen E., Mangerud J., Melles M., Möller P., Saarnisto M. and Siegert M.J.* Maximum extent of the Eurasian ice sheets in the Barents and Kara Sea region during the Weichselian // Boreas. 1999. Vol. 28. N 1. P. 234-242.

Санкт-Петербург

Поступило в редакцию
16 мая 2006 г.

Ссылка на статью:



Большиянов Д.Ю., Антонов О.М., Федоров Г.Б., Павлов М.В. Оледенение плато Путорана во время последнего ледникового максимума. Известия Русского Географического общества. Том 139. 2007, Выпуск 4, с. 47-61.