

УДК 551.4 : 551.331.5

Н. В. МАКАРОВА, В. И. МАКАРОВ, Л. И. СОЛОВЬЕВА

О ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВНЕГО РЕЛЬЕФА ГОРНЫХ СТРАН ЧЕТВЕРТИЧНЫМ ОЛЕДЕНЕНИЕМ

Работа ледников в горах направлена главным образом на расширение доледниковых понижений на склонах хребтов, прежде всего эрозионных долин. В значительно меньшей степени они производят глубинное расчленение. Об этом свидетельствуют сохранившиеся на склонах хребтов ступени древнего орогенного, а иногда и доорогенного рельефа, подвергшиеся интенсивному четвертичному оледенению. Каждая из развитых на склоне хребта ступеней — поверхностей выравнивания являлась сначала общим, а затем местным базисом эрозионного и экзарационного расчленения выше-расположенных элементов рельефа и, таким образом, препятствовала более глубокому их расчленению.

Одним из основных методов изучения неотектонической структуры горных сооружений, как известно, является анализ деформаций разновозрастных поверхностей выравнивания, как доорогенных, так и орогенных. В связи с этим встает вопрос о сохранности этих поверхностей в высокогорных областях, подвергшихся экзарационной обработке четвертичными ледниками. Некоторые исследователи считают, что ледники полностью могут уничтожить древний рельеф. Так, Е. М. Щербакова (1965, 1968) и В. А. Растворова (1973), основываясь на материалах по Кавказу, пишут, что в осевых частях интенсивно поднимающихся гор древние поверхности выравнивания полностью уничтожены гляциально-нивальными процессами. Это утверждение приводит к занижению (омоложению) возраста рельефа и далее к соответствующим выводам по истории развития структуры горного сооружения.

Ни у кого нет сомнения в том, что ледники производят весьма эффективную работу по преобразованию горного рельефа, приобретающего в конечном итоге альпийский облик. Вместе с тем вопрос об интенсивности и характере ледниковой экзарации в настоящее время изучен еще недостаточно. Существуют противоречивые точки зрения на работу ледников (Марков, 1941; Луис, 1955). Одни исследователи считают, что ледники совершают огромную разрушительную работу, создавая глубокие долины и иные формы рельефа, что работа их во многом превосходит работу рек. Другие, напротив, полагают, что ледники не в состоянии уничтожить даже мелкие неровности рельефа. Согласно третьей точке зрения, работа ледников сводится в основном к увеличению ранее существовавших неровностей в днищах эрозионных долин.

Материал, полученный нами при структурно-геоморфологических исследованиях в районах Тянь-Шаня и на Памире, позволяет высказать определенное суждение о характере и интенсивности ледниковой экзарации, а также о сохранности и возможности реконструкции древних поверхностей выравнивания в районах интенсивного четвертичного оледенения.

В качестве примера рассмотрим Туркестанский хребет. Это — неоген-четвертичная антиклинальная складка основания (по терминологии

С. С. Шульца, 1948) с пологим северным и более крутым южным крыльями, относительно слабо нарушенная разрывами. Соответствующий ей хребт вытянут в субширотном направлении и повышается с 2000 м на западе до 5500 м на востоке. В восточной части хребта, начиная с массива горы Пирях, развито мощное современное оледенение. Широко распространены цирки и кары, заполненные снегом, фирном и льдом, по долинам спускаются ледники. Некоторые из них достигают в длину 10 км. На южном склоне хребта находятся истоки одного из крупнейших в Азии современных ледников — Зеравшанского, длина которого достигает 26 км.

На склонах Туркестанского хребта, как и всех других хребтов Тянь-Шаня, отчетливо выражены ступени, представляющие собой разновозрастные орогенные поверхности выравнивания, с которыми сопряжены уходящие в глубь хребта ступени эрозионных врезов (рис. 1). Эти поверхности сохранились лишь фрагментарно. В большинстве случаев им соответствуют выположенные, иногда уплощенные, участки гребней главного и боковых водоразделов хребта (Костенко, 1970; Макаров и др., 1973).

Орогенные поверхности выравнивания формировались и подвергались расчленению в процессе роста Туркестанского поднятия на протяжении всего этапа новейшего горообразования, начиная с позднего олигоцена. Проведенные специальные геоморфологические исследования области сочленения Туркестанского поднятия и Ферганской впадины позволили датировать возраст развитых здесь поверхностей выравнивания. Наиболее древние элементы рельефа представлены реликтами мезозойского пенеплена с возвышающимися над ними останцами. Такие реликты установлены в восточной части хребта на отметках от 4000 до 5500 м (в западной части хребта этот пенеплен откопан из-под перекрывающих его отложений верхнего мела и палеогена на высотах 1000—2000 м).

Гипсометрически ниже (3700—4800 м) развиты раннеорогенная поверхность выравнивания и эрозионные врезы, коррелятные красной толще моласс олигоцен-раннемиоценового возраста. Эта поверхность может быть восстановлена в присводовой части хребта. На участках отрицательных ундуляций шарнира мегаскладки она образует гребень главного водораздела.

Еще ниже на склонах хребта, а также на водоразделе западной части хребта развиты фрагменты поверхности среднемиоценового возраста. Ее гипсометрическое положение изменяется от 3200 м на западе до 4100 м на востоке. В нижней части склона хребта выделяется «лестница» более молодых предгорных эрозионно-денудационных и аккумулятивных поверхностей выравнивания и врезов, в том числе четвертичных террас р. Зеравшан на южном склоне и пролювиальный шлейф на северном склоне. Все эти поверхности в различной степени разрушены: в западной части хребта преимущественно эрозионными, а в восточной части и экзарационными процессами.

Современная снеговая граница в Туркестанском хребте находится на высоте 3900—3850 м на северном и 4200—4000 м на южном склонах (Давыдов, 1952). В среднем и позднем плейстоцене она спускалась значительно ниже. Таким образом, нивальные процессы и экзарация в четвертичное время являлись, очевидно, одними из основных факторов денудации восточной части Туркестанского поднятия и разрушения древнего рельефа.

Непосредственные полевые наблюдения, изучение аэрофотоснимков и анализ серии детальных геолого-геоморфологических профилей выявили ряд интересных особенностей развития эрозионно-экзарационных процессов. Исследуя расчленение предорогенного пенеплена Туркестанского хребта, нетрудно заметить, что днища цирков и каров

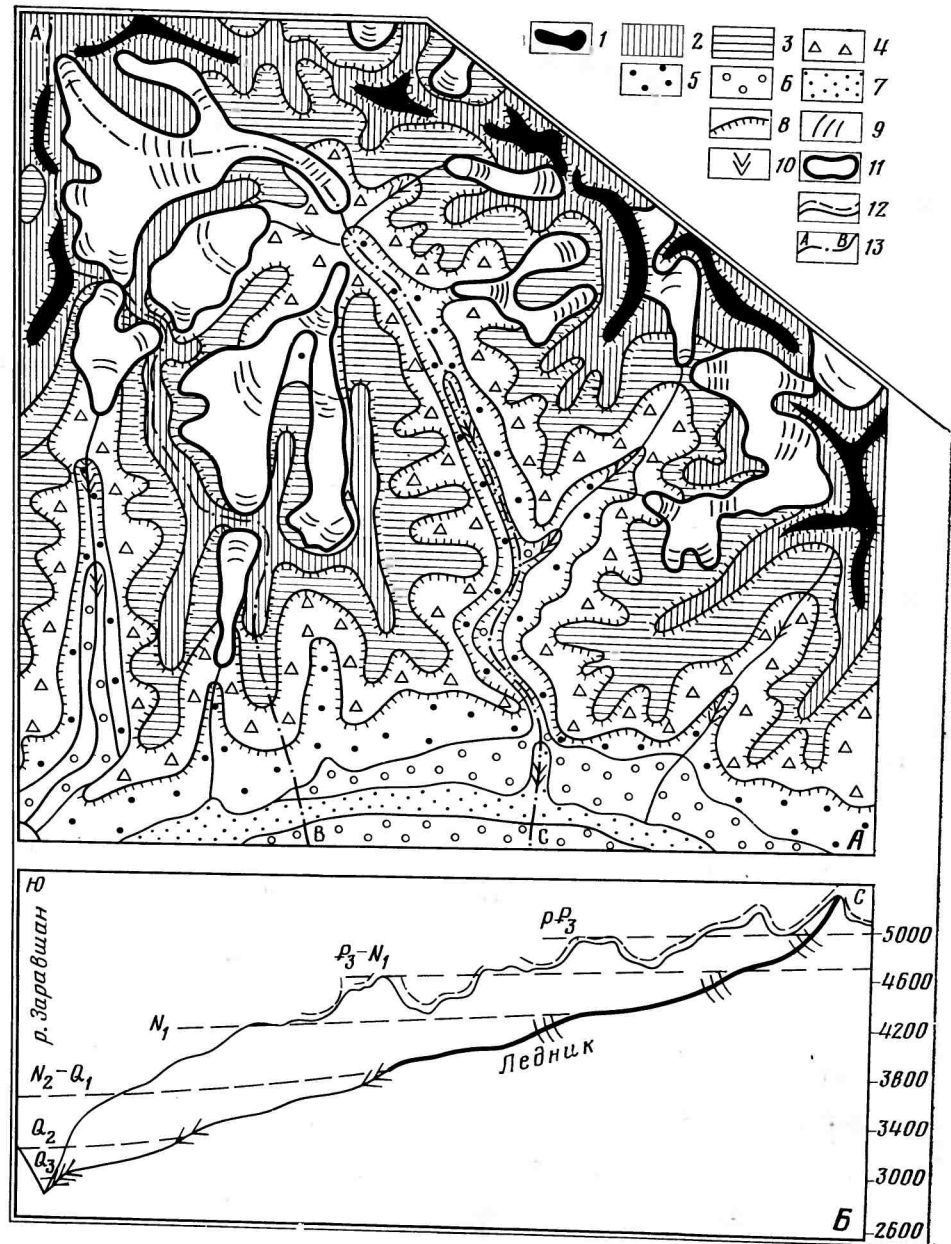


Рис. 1. Соотношение древних поверхностей выравнивания и ледниковых форм в Туркестанском хребте (Южный Тянь-Шань)

А — план; Б — совмещенные профили по водораздельному гребню (АВ) и по днищу долины одного из притоков р. Зеравшан (АС). 1 — фрагменты древней предороговой поверхности выравнивания (P_{Pg_3}). Фрагменты древних орогенных поверхностей выравнивания и эрозионно-денудационных врезов: 2 — олигоцен-раннемиоценового возраста, 3 — среднемиоценового, 4 — плиоцен-раннелайстоценового возраста (N_2-Q_1). Четвертичные эрозионные, эрозионно-аккумулятивные и аккумулятивные террасы р. Зеравшан и ее притоков: 5 — среднелайстоценовые, 6 — позднелайстоценовые; 7 — современная пойма и русло р. Зеравшан; 8 — эрозионно-денудационные и эрозионные уступы и склоны между ступенями рельефа. Перегибы продольного профиля: 9 — в ледниках, 10 — в руслах боковых притоков р. Зеравшан; 11 — ледники; 12 — цирки и кары; 13 — линии профилей

строго приурочены к двум уровням. Небольшие по размерам кары располагаются практически на уровне этого пенеплена, слабо врезаются в него. Более крупные кары и цирки, вмещающие нередко переметные ледники, такие, как Юлдаш, Фернау, Вадиф и др., врезаются в предорогенный пенеплен до уровня раннеорогенной ($Pg-N_1$) поверхности выравнивания. Последняя является, таким образом, базисом экзарации.

Цирки и кары, расчленяющие раннеорогенную поверхность выравнивания, аналогичным образом врезаются в нее до уровня нижеследующей, миоценовой ступени. Последняя же изъедена неглубокими и неширокими карами.

Таким образом, древние поверхности выравнивания, образующие ступени на склонах гор, служат базисами ледниковой экзарации. По мере того, как цирки и кары при своем врезынии достигали этого базиса, начиналось их расширение, склоны их приобретали характерный вогнутый профиль. В процессе этого расширения постепенно уничтожался первичный рельеф древних поверхностей, но полностью поверхности не разрушались. Почти повсеместно от них остались более или менее обширные фрагменты, представляющие либо островершинные, либо уплощенные гребни главных и боковых водоразделов. Это связано, по-видимому, с тем, что глубина расчленения той или иной ступени рельефа в общем случае ограничена уровнем нижерасположенной поверхности, которая является местным базисом денудации и остается им, по крайней мере частично, и в том случае, когда существуют более молодые и более низкие ступени — «лестницы предгорий».

Анализ продольных профилей днищ боковых притоков рек Зеравшан и Сырдарья, имеющих в своих истоках долинные и каровые ледники, также подтверждает отмеченную выше особенность. Продольные профили ледников и днищ троговых долин ступенчаты (рис. 1, Б). При этом оказывается закономерным, что выположенные их отрезки находятся на уровнях древних орогенных поверхностей выравнивания. Перегибы же продольных профилей дна древних и современных трогов, обозначенные ледопадами, отвечают соответствующим перегибам склона, разделяющим ту или иную поверхности выравнивания или врезы. Таким образом, ледники каскадами ниспадают или ниспадали в прошлом с одной поверхности на другую. Так, спускаются, например, современный Зеравшанский ледник и многие другие ледники Тянь-Шаня.

Подобный характер имеет ступенчатость, или многоярусность, цирков и каров. Использование этого признака как показателя многократных оледенений требует поэтому дополнительных обоснований. То же самое следует сказать относительно установления положения снеговых границ в отдельные ледниковые эпохи, которые, как предполагается, проходили на уровне днищ цирков или несколько выше. С доледниковыми ступенями склонов может быть связано и возникновение ригелей. По-видимому, большая их часть, кроме тех, что заведомо обусловлены выходами коренных пород, является не чем иным, как реликтами древних ступеней склонов, не уничтоженных ледниками, а лишь незначительно моделированных ими. Эта моделировка включает, в частности, образование у подножия ступеней неглубоких более или менее обширных экзарационных котловин, подобных котловине оз. Кызылкуль на хр. Петра I, и обособление тем самым достаточно крупных ригелей.

По всей вероятности, ледниковая экзарация вызывала отступление внешнего края соответствующих поверхностей выравнивания, о чем красноречиво свидетельствуют их контуры; поверхности почти повсеместно вдаются «заливами» в глубь хребта по эрозионным и троговым долинам. Впрочем, такое же отступление имеет место и в хребтах, не подвергавшихся оледенению, в частности на западе Туркестанского хребта. Поскольку ледники, как правило, наследуют эрозионно-денудационные понижения, можно, очевидно, считать, что отступление кромок

орогенных поверхностей выравнивания за счет ледниковой экзарации значительно меньше наблюдаемой глубины «заливов».

Приуроченность днищ ледниковых цирков к неогеновым ступеням эрозионно-денудационного рельефа характерна и для других хребтов Тянь-Шаня, а также Памира. Так, на северном склоне Кунгей-Алатау (Северный Тянь-Шань) в верховьях рек Чим-Булак и Орто-Каинды плоские днища трех крупных цирков раскрываются на широкую ступень позднеплейстоценовой поверхности, возвышающейся непосредственно над верхней границей леса. Подобную же картину можно видеть почти повсеместно и на Киргизском хребте (верховья рек Бурана, Талды-Булак, Такыртор, Кокколь, Кентор, Чунгур, Караката и др.). На северном склоне хр. Петра I таким базисом экзарации является, например, ступень раннеплейстоценовой поверхности, которая расположена на высоте около 3000 м. На эту поверхность раскрывались и частично погребали ее среднеплейстоценовые, позднеплейстоценовые и голоценовые ледники, образуя порой предгорные ледниковые покровы. На ней можно встретить и современные леднички, берущие начало в цирках, врезанных в вышерасположенный крутой склон хребта. Днища этих цирков являются как бы непосредственным продолжением раннеплейстоценовой поверхности в глубь склона, хотя имеют, несомненно, более молодой возраст. Прекрасным примером является район оз. Кызылкуль (северный склон хр. Петра I). Здесь, как и в некоторых других местах (например, на плато Тупчак), очевидны очень незначительные размеры экзарационного разрушения этой поверхности. Судя по моренным покровам, четвертичные ледники либо вовсе не выходили за пределы рассматриваемой ступени (подобно современному леднику Кызылкуль), либо круто ниспадали с нее на нижерасположенные ступени склона по отдельным выводящим каналам. В пределах последних и было сосредоточено заметное, но носившее узколокальный линейный характер разрушение ими древней поверхности выравнивания. Оно затронуло лишь бровку этой ступени. Данный пример показывает со всей очевидностью локальность действия процессов, разрушающих склоны хребта, или, иначе, автономность развития той или иной части склона.

Отсюда следуют два вывода: 1) склоновые процессы, эрозия и экзарация привязаны к местным склоновым базисам и в значительной мере ими определяются; 2) ледники типа предгорных и подножия склонов (они могли образовываться и образовывались на ступенях «предгорной лестницы») обладали слабой экзарационной способностью.

Последний вывод можно распространить, вероятно, и на горнодолинные ледники, во всяком случае на их нижние части, которые приходятся, как правило, на выложенные участки троговых долин, т. е. на те или иные ступени более древних поверхностей, о чем говорилось выше. На это указывает, например, строение низовьев долины р. Муксу и продолжающего ее верхнего участка р. Сурхоба. В данном случае особый интерес вызывает комплекс отложений, выполняющих переглубленную долину, формирование которой относится нами к первой половине позднего плейстоцена (рис. 2) ¹.

В основании видимого разреза этих отложений залегает толща темных буровато-серых аллювиальных галечников мощностью около 50 м. На них с неровным контактом залегает толща флювиогляциальных песков и галечников характерного пепельно-серого цвета. Последние вверх по разрезу сменяются толщей моренного материала, отложенного одним из крупнейших горно-долинных ледников — древним Муксуем или ледником, остатком которого является современный ледник Федченко.

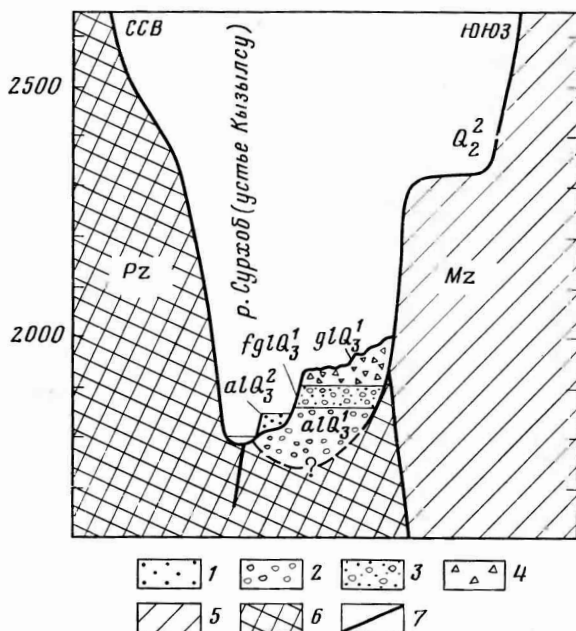
¹ Относительно возраста этих отложений существуют различные точки зрения. Но они не меняют существа рассматриваемого вопроса, поэтому мы на них не останавливаемся.

Таким образом, ледник заполнил сформировавшуюся в период предшествовавшего межледниковья глубокую речную долину и завершил аккумулятивную стадию ее развития, не углубившись сколько-нибудь заметно даже в очень рыхлые подстилающие отложения предшествующих фаз развития долины (Макарова и др., 1977). Результаты же его боковой экзарации, придавшие долине типично троговый облик, достаточно очевидны.

Итак, работа ледников, в том числе и очень крупных долинных, направлена главным образом на расширение доледниковых понижений на склонах хребтов, прежде всего эрозионных долин. В значительно меньшей степени они производят глубинное расчленение. Во всяком случае оно ограничено уровнем нижерасположенной древней эрозионно-денудационной ступени.

Рис. 2. Строение долины р. Сурхоб у устья р. Кызылсу

Аллювий р. Кызылсу:
1 — второй половины позднего плейстоцена,
2 — первой половины позднего плейстоцена;
3 — флювиогляциальные позднеплейстоценовые отложения;
4 — морена позднеплейстоценового возраста; коренные породы: 5 — мезозойские, 6 — палеозойские; 7 — разрывные нарушения



Все вышеизложенное, подкрепленное многочисленными наблюдениями в других районах Тянь-Шаня и Памира, позволяет сделать вывод о том, что в ступенчатом строении склонов хребтов заключается и условие сохранения самих ступеней — древних элементов рельефа, в том числе в районах, подвергшихся интенсивному четвертичному оледенению. Во всяком случае реликты этих ступеней достаточно многочисленны, широко и повсеместно распространены, что позволяет судить об основных чертах древнего рельефа. Каждая из сохранившихся на склонах хребта орогенных поверхностей выравнивания в процессе своего формирования являлась основным базисом эрозионного и экзарационного расчленения этого хребта. Затем, по мере дальнейшего общего расчленения горного сооружения и формирования более молодых (в рассматриваемых условиях и более низких) поверхностей выравнивания, она превращалась в местный базис, не терявший, однако, своего большого, нередко главенствующего значения по отношению к вышерасположенному участку склона. В этом заключается очень важный для правильного решения рассматриваемого и многих других вопросов геоморфологии принцип автономности эрозионных и экзарационных процессов в горах, определенной их оторванности и независимости от главных базисов денудации.

- Давыдов Л. К. Зеравшанский ледник. «Уч. зап. ЛГУ, Сер. геогр.», № 152, вып. 8, 1952.
 Костенко Н. П. Развитие рельефа горных стран. М., «Мысль», 1970.
 Луис Г. К. К теории ледниковой эрозии в долинах. В сб. «Вопросы геологии четвертичного периода», М., Изд-во Иностран. лит., 1955.
 Макаров В. И., Макарова Н. В., Соловьева Л. И. Рельеф и сохранность орогенных поверхностей выравнивания Тянь-Шаня в связи с новейшей тектонической структурой. В сб. «Структурная геоморфология горных стран». Фрунзе, «Илим», 1973.
 Макарова Н. В., Акинин Б. Е., Макаров В. И. Стадийность формирования аллювия р. Зеравшан (Южный Тянь-Шань) в связи с россыпеобразованием. «Изв. вузов. Геология и разведка», № 4, 1977.
 Марков К. К. Эрозия ледников и рельеф гор. В сб. «Проблемы физической географии», т. 10, 1941.
 Растворова В. А. Новейшая тектоника горной Осетии (к проблеме поверхностей выравнивания). М., «Наука», 1973.
 Шульц С. С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня. М., Географгиз, 1948.
 Щербакова Е. М. Неотектоника и древнее оледенение гор (на примере Б. Кавказа). «Вестн. МГУ. География», № 3, 1965.
 Щербакова Е. М. Поверхности выравнивания и гляциально-нивальный уровень денудации (на примере Б. Кавказа). «Бюл. МОИП. Отд. геолог.», т. XIV (5), 1968.

Московский государственный университет
 Геологический факультет

Поступила в редакцию
 29.V.1978

Геологический институт
 АН СССР

ON THE ANCIENT MOUNTAIN RELIEF TRANSFORMATION BY THE QUATERNARY GLACIATION

N. V. MAKAROVA, V. I. MAKAROV, L. I. SOLOVIEVA

Summary

The Tien Shan slopes reveal clearly steps which are fragments of orogenic surfaces of planation differing in ages and corresponding to erosion cuts which can be traces into mountains interior. Highest and oldest surfaces were repeatedly glaciated during Quaternary. The ancient relief was not however completely destroyed. It is accounted for by special features of the exaration process in mountains as well as by the fact that erosional dissection of each higher step is controlled by the base level position that is by lower step. Therefore the stepped structure of mountain slopes itself provides for conservation of the steps—the ancient topographic elements—everywhere, including heavily glaciated areas during Quaternary.