

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 551.331.52(235.222)

© 1999 г. А.Р. АГАТОВА.

**ПОСЛЕДНИКОВОЕ РАЗВИТИЕ ДОЛИНЫ РЕКИ АККОЛ
(ЮЖНО-ЧУЙСКИЙ ХРЕБЕТ)****Введение**

Горный Алтай – одно из звеньев в цепи внутриконтинентальных горных сооружений, протянувшихся в субширотном направлении через Евразию. Он представляет собой северное окончание Монгольского Алтая и образует веерообразно расходящуюся к северо-западу систему хребтов и межгорных впадин. Южно-Чуйский хребет расположен в середине этого массива и служит южным обрамлением крупнейшей в Горном Алтае Чуйской межгорной впадины.

В тектоническом отношении хребет является сводом, осложненным слабо выраженными ступенями с доороженным рельефом различной степени сохранности в пределах каждой из ступеней. Для осевой части хребта характерен альпийский тип рельефа с многочисленными ледниковыми формами, где о существовании уплощенных доороженных поверхностей свидетельствуют лишь их реликты в виде небольших вершинных площадок. Высота хребта достигает 4000 м при высоте снеговой линии около 3150 м, и он является одним из центров современного оледенения Алтая. Субширотное простираие хребта обуславливает различие микроклиматов северного и южного макросклонов, и все крупные ледники сосредоточены на его северном макросклоне.

Помимо современных ледников Южно-Чуйский хребет сохранил следы предыдущих, гораздо более мощных оледенений, что позволяет в пределах одной ледниковой долины наблюдать процессы, связанные как с оледенением, так и с дегляциацией. Изучение форм и отложений ледникового генезиса и их дальнейшего преобразования дает ключ к познанию направленности изменений окружающей среды прошлого. Наряду с неотектоническим анализом оно должно являться основой для корректных реконструкций послеледниковой истории развития Горного Алтая.

Долина Аккола, в верховьях которой расположен ледник Софийский, второй по величине в Южно-Чуйском хребте, берет начало в осевой части хребта и сечет поверхность его северного макросклона (рис. 1). В пределах долины сохранились как экзарационные, так и аккумулятивные формы предыдущего оледенения, что и послужило критерием выбора этого района в качестве репрезентативного.

Картографирование рельефа

Хорошая сохранность ледниковых отложений и форм рельефа юго-восточной части Горного Алтая обуславливает высокую информативность геоморфологического картографирования. Составленная на основе дешифрирования аэрофотоснимков и полевых работ крупномасштабная геоморфологическая карта охватывает район верхнего течения Аккола (приосевая часть хребта) и часть долины вплоть до слияния с Караюком.

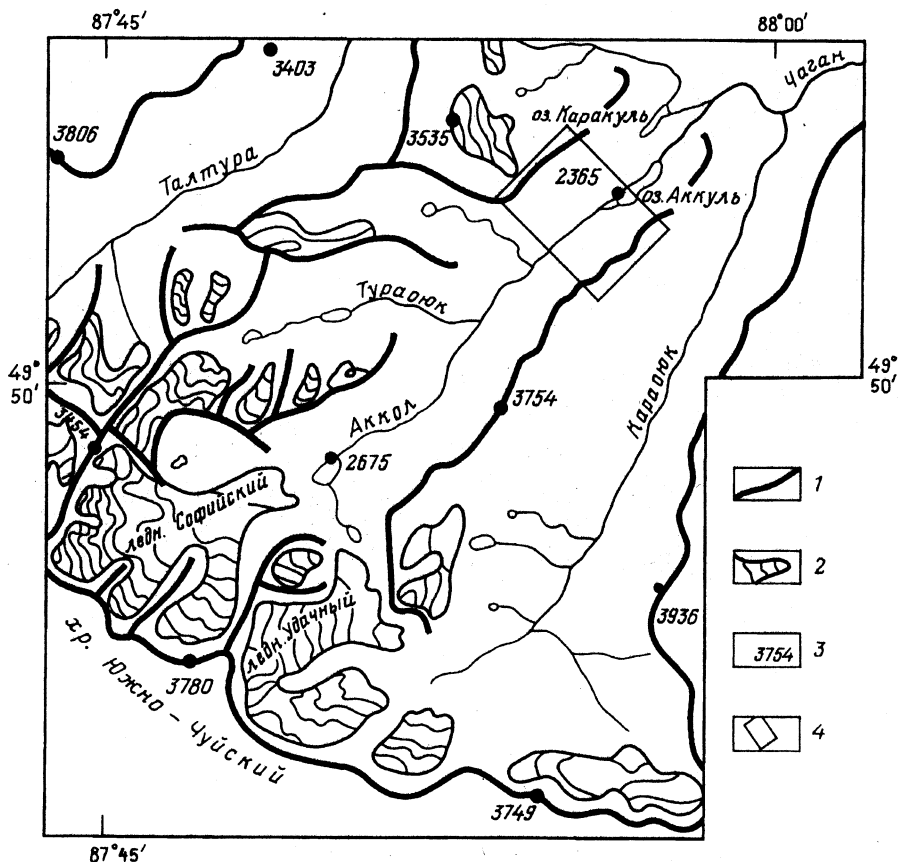


Рис. 1. Положение долины р. Аккол в орографической структуре северного склона Южно-Чуйского хребта 1 – хребты; 2 – ледники; 3 – отметки абсолютных высот в метрах; 4 – положение фрагмента геоморфологической карты, приведенного на рисунке 3

При построении картографической модели за основу был взят принцип картирования граней, а не форм рельефа, использовавшийся в ряде легенд для геоморфологических карт крупных масштабов [1–4]. По этому принципу рельеф рассматриваемого района был поделен на ряд элементарных поверхностей с границами, отображающими реальные геометрические отношения между ними (рис. 2). Поскольку это, как правило, изогradientные поверхности, от соседних они отделены линиями перегиба склона независимо от того, соседствуют ли они с однотипными поверхностями или поверхностями иного генетического типа. Соотношение выделенных единиц картирования, положение их в пространстве, углы наклона, очертания, размеры, приуроченность одних к другим, ориентировка элементов, характер границ между ними – все это позволяет судить о природных связях и последовательности формирования выделенных объектов.

Затем в соответствии с поставленной задачей, на основе полевых наблюдений и дешифрирования аэрофотоснимков для каждой элементарной поверхности были определены ведущие экзогенные процессы, обусловившие ее характерные особенности.

Такой подход позволяет показать не только генезис уже существующих форм рельефа, но и направленность и интенсивность процессов, преобразующих эти формы и создающих со временем на их месте новые поверхности. Так, по мере отступления ледника склоны, созданные экзарацией, начинали подвергаться действию различных по природе наложенных процессов. В пределах одной ледниковой долины вновь создаваемые поверхности имеют скользящий возраст – их омоложение происходит вверх по долине, вслед за отступающим языком ледника.

Разные по природе экзогенные процессы могут накладываться на поверхности одного

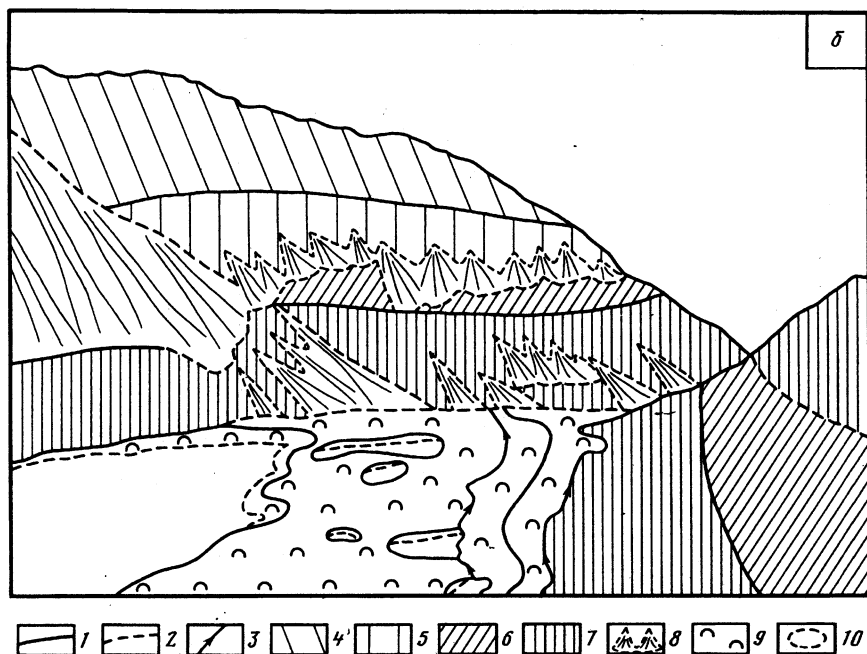


Рис. 2. Фотография (а) и схема геоморфологического дешифрирования (б) долины р. Аккол (верховья)
 1 – бровки, 2 – тыловые швы, 3 – тальвеги, 4 – склоны долины выше границ последнего оледенения, 5 – склоны долины, подвергшиеся экзарации в ходе последнего оледенения, 6 – пологонаклонные экзарационные площадки, осложняющие склоны ледниковой долины, 7 – нижняя выполаживающаяся часть экзарационных склонов долины, 8 – осыпи и осыпные шлейфы, 9 – конечные морены Малой ледниковой эпохи, 10 – озера

генезиса. В такой ситуации, помимо геометрических границ (перегибов склона), возникла необходимость введения границ другого рода – разделяющих области влияния наложенных на исходные поверхности процессов.

Полученная картографическая модель – основа для реконструкции постледникового развития рассматриваемой территории.

Форму типичного трога долина реки Аккол приобрела в результате древних оледенений, в том числе и последнего, датированного большинством исследователей Алтая как поздний плейстоцен. По масштабам оно уступало предшествующему оледенению, флювиогляциальные отложения которого были выявлены нами на уплощенных водоразделах среднего высотного уровня. Геоморфологический анализ аккумулятивных и экзарационных форм последнего оледенения позволяет определить его характер в пределах Южно-Чуйского хребта как горно-долинный, что, однако, не опровергает существование позднеплейстоценового покровного оледенения в других районах Алтая [5, 6]. Ледники, спускавшиеся по долинам рек Талтура, Аккол, Караюк, Елангаш, сливались в ледник подножья, оставивший единый мощный пояс конечных морен, протягивающийся по юго-западной окраине Чуйской впадины. Ярусное строение этих морен представляет последовательную "запись" истории деградации и расчленения предгорного ледника на долинные ледники и характера отступления и изменения размеров последних. В долинах свидетельством прерывистого уменьшения ледников являются отложения береговых морен высоко на бортах трогов и серии экзарационных площадок и уступов, выработанных в коренных склонах долин. Однако отсутствие стадияльных морен между конечным моренным поясом и моренами Малой ледниковой эпохи голоцена, расположенными в верховьях долин, позволяет говорить о том, что с какого-то момента деградация ледников проходила стремительно, возможно, с образованием значительных массивов мертвого льда. Причиной быстрой деградации мог служить слабый уклон днища долины, создающий эффект подпруживания [7]. При повышении снеговой линии ледник почти полностью оказывался в области абляции. Кроме того, подпруживанию ледниковых масс способствовали продолжающиеся тектонические подвижки по периферии Южно-Чуйского хребта. Блоковое поднятие, превращенное ледниками в скалистые холмы типа "бараньих лбов", пересекает долины рек Талтура, Чаган, Елангаш. При деградации последнего оледенения оно явилось одной из причин образования озера в долине Аккола, о чем свидетельствуют песчано-алевритистые отложения с горизонтальной ленточной слоистостью, широко распространенные вверх по долине. Современные озера Аккуль и Каракуль являются реликтами этого озера.

Тонкозернистость озерных осадков определяется литологией пород района. Склоны долины сложены метаморфическими сланцами, степень метаморфизма которых возрастает вверх по долине от зеленых сланцев вплоть до кристаллических гнейсов. При выветривании последних освобождается много пылеватого кварца и слюды. Это же объясняет мутность и перламутровый цвет вод Аккола и большое количество ледниковой мути в моренных отложениях. После осушения озерной ванны песчано-алевритистые отложения подверглись влиянию эоловых и флювиогляциальных процессов. С первыми связано перевесание и образование небольших дюн. Ко второму типу процессов, обусловленных современным оледенением, следует отнести врезание талых ледниковых вод Аккола и образование террас. Вниз по долине флювиогляциальные отложения фациально замещаются аллювиальными.

О кратковременной активизации ледника в Малую ледниковую эпоху можно судить по гораздо более скромному по размерам комплексу конечной и береговых морен в верховьях трога. Сейчас они подпруживают небольшое приледниковое озеро, откуда и берет начало Аккол. Еще в конце XIX в. язык ледника спускался в озеро. Иногда куски льда отламывались, и небольшие айсберги уплывали к противоположному берегу [8]. Сейчас озеро стало больше и отделяется от языка широким зандровым полем. С 1898 г., за 41 год ледник отступил на 1100 м [9] и еще на 400 м за последующие 21 год (по данным измерений аэрофотоснимков 1960 г.). При такой скорости отступления накопления обломков и отложения их в виде морены уже не происходит. Обломочный материал выносятся блуждающими и дробящимися на рукава потоками талых вод, конуса выноса которых и образуют зандровое поле. В узкой полосе около ледника отлагаются в основном галька и гравий, дальше на больших пространствах – пески, а алевритовые и глинистые частицы выносятся и попадают в состав озерных и речных отложений. Немалую роль в развитии зандра играет образование наледей.

За этот период (с 1898 г.) изменился и облик конечно-моренной гряды. Теперь в западинах бугристой поверхности морены, на участках вытаивания погребенных мертвых льдов можно обнаружить многочисленные озера самых разнообразных оттенков – от голубого и серого до зеленого. На поверхности уже сформировался почвенный слой и растут отдельные невысокие листовенницы. Образованию дерна в значительной мере способствует большое количество мелкозернистого материала в составе морены.

По подобному же сценарию (образование мореноподпрудного озера, формирование задрового поля, термокарстовые процессы в отложениях конечной морены) происходит дегляциация в долине ледника Удачный, расположенной справа от цирка Софийского ледника. Удачный интересен двумя языками, отходящими под 90° от общей области питания. Левая часть его долины, обращенная к Акколу, находится на 240 м выше основной долины. Это типичная висячая долина. К этому же типу относятся долины трех левых притоков Аккола. В позднем плейстоцене ледники этих долин, как и ледник Удачный, вливались в общий ледяной поток главной долины, о чем свидетельствует единый уровень отложений береговых морен в главной и боковых долинах. После распада единого ледника наиболее значительный центр оледенения сохранился лишь в верхней из трех долин.

Деградация древнего оледенения привела к смене рельефообразующих процессов. На уплотненных водоразделах активизировались процессы криогенного выветривания, на склонах — эрозионные, гравитационные, делювиальные, солифлюкционные процессы. Однако с исчезновением такого мощного транспортирующего агента как ледник, накопление продуктов выветривания начало происходить в пределах долины — на нижней части склонов и широком днище. Из области экзарации ледниковые долины превратились в области аккумуляции.

В условиях значительной расчлененности рельефа (800–1000 м) распределение комплексов экзогенных процессов в долине определяется главным образом абсолютной высотой поверхности, углом наклона и экспозицией склонов. Влияние геологического субстрата сказалось, в основном, на характере рыхлых поверхностных отложений. Смена комплексов происходит как вверх по долине, так и вверх по склону.

Влияние экспозиции обусловило различный набор склоновых процессов на противоположных бортах трога (рис. 3) и, как следствие, асимметричный поперечный профиль долины — крутой, расчлененный эрозионными врезами склон северо-западной экспозиции и более пологий юго-восточный склон. Несомненно, что влияние экспозиции сказывалось и в период оледенения. Даже сейчас на затененном северо-западном склоне в верховьях долины сохранились висячие ледники. Очевидно, что тогда на этом склоне преобладала нивация, в то время как противоположный склон испытывал значительное влияние солнечной радиации. Сейчас на затененном склоне северо-западной экспозиции среди комплекса склоноформирующих процессов преобладают процессы эрозионного расчленения и сноса. В верхней части менее активного сухого юго-восточного склона отсутствуют условия для концентрации стока, и продукты выветривания смещаются вниз под действием десерпционно-гравитационных процессов со значительно меньшей скоростью. Линейный снос возможен лишь на более низких гипсометрических уровнях. Рыхлые отложения на склоне этой экспозиции распределены по поверхности более равномерно, их мощность у его подножия значительно меньше, чем на противоположном борту долины. Такая же асимметричность характерна и для долин других рек Южно-Чуйского хребта.

Аккумуляция продуктов выветривания и эрозии происходит в виде осыпных шлейфов, пролювиальных конусов, обвальных масс в нижней части склонов. Камнепады и осыпания особенно интенсивны в пределах цирков и каров, где на границе снежников, благодаря высокому градиенту температур и увлажнению, создаются условия для криогенного выветривания пород. Накопление рыхлых отложений происходит у подножия крутых склонов на поверхности ледника. По мере его продвижения происходит смещение нижней части осыпных шлейфов, что хорошо заметно на аэрофотоснимках.

Вниз по долине, за пределами современного оледенения осыпные отложения формируют двухъярусные шлейфы. Такая ярусность связана с различием во времени формирования осыпей верхнего и нижнего уровней. Более древние осыпи верхнего яруса формировались в эпоху последнего оледенения на открытых ото льда участках склонов и опирались своим основанием прямо на ледник, сливаясь с боковыми моренами — так же, как это происходит на современных ледниках долины. Сейчас осыпи верхнего ряда опираются на перегиб склона, а иногда сливаются с нижними осыпями, формирование которых связано с разрушением береговых морен последнего оледенения.

Характерная особенность долины Аккола — скопления крупнообломочного материала у подножия склонов. В плане они имеют форму языков или лопастей и по виду напоминают каменные глетчеры. На их поверхности хорошо выражен "флюидалный" рисунок — поперечные гряды в виде концентрических дуг, обращенных выпуклостью вниз по склону. Материалом для них, помимо склоновых отложений, мог служить и материал береговых морен последнего оледенения. Вероятно, пластические деформации заключенного в моренах льда и явились причиной движения каменных масс. Очевидно, что и после таяния льда

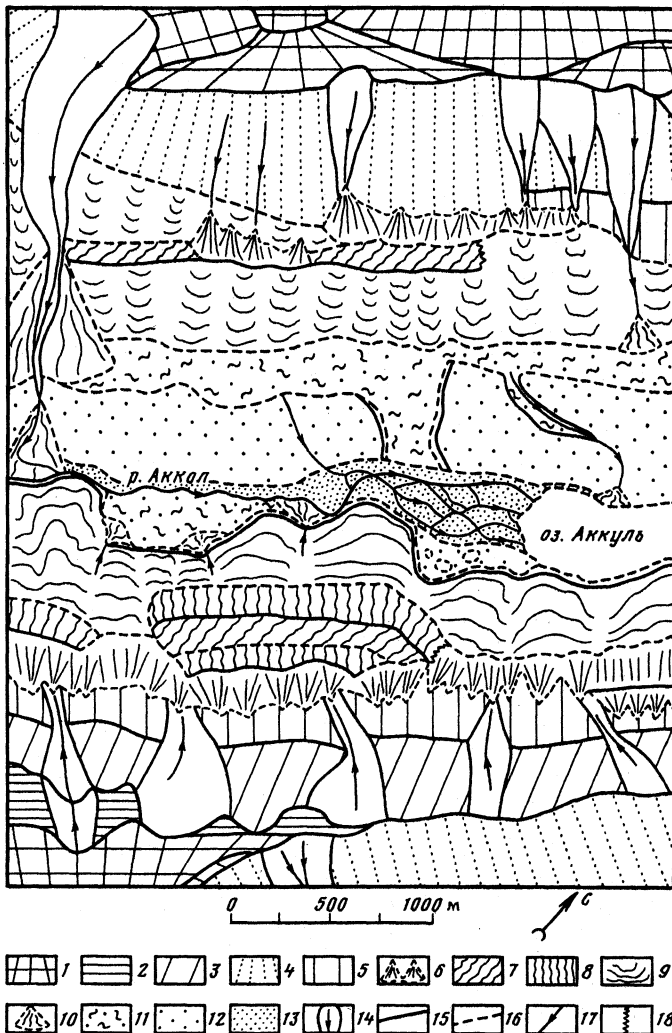


Рис. 3. Фрагмент карты экзогенных процессов долины р. Аккол

Область денудации и транзита обломочного материала: 1 – доэрогенные уплощенные поверхности, 2 – пологие привершинные склоны, подверженные преимущественно криогенному выветриванию с преобладанием десерпционного механизма сноса; склоны долины выше границы позднеплейстоценового оледенения; 3 – с преобладанием эрозионных и осыпных процессов, 4 – с преобладанием десерпционноосыпных процессов; 5 – экзарационные склоны, выработанные позднеплейстоценовым ледником и подверженные эрозионным и осыпным процессам; область преимущественной аккумуляции продуктов выветривания; 6 – осыпные шлейфы, 7 – площадки и 8 – уступы на экзарационных склонах долины со сплошным чехлом осыпных отложений, 9 – нижняя часть экзарационных склонов под шлейфом каменных глетчеров с комплексным действием солифлюкционных, делювиальных, осыпных процессов и биогенного выветривания, 10 – пролювиальные конусы, 11 – заболоченные участки дна, 12 – днище долины с озерными отложениями, с преобладанием процессов дефляции; 13 – пойма, 14 – эрозионные врезы, 15 – бровки, 16 – тыловые швы, 17 – тальвеги постоянных и временных водотоков; 18 – граница областей влияния наложенных процессов

происходило спливание переувлажненного обломочного материала по поверхности склона. Мощность этих отложений вдоль подножия правого борта долины северо-западной экспозиции значительно выше, чем на противоположном склоне. По аналогии с особенностями строения боковых морен современного Софийского ледника можно предположить, что и в период существования предыдущего оледенения более активное накопление обломочного материала вдоль правого борта долины приводило к формированию мощного вала боковой

морены. Правая часть ледника оказывалась как бы "законсервированной" в толще обломочного материала, и смещение активной части ледника шло по направлению от затененного влажного борта к солнечному, но сухому, где моренные отложения образуют на склоне лишь чехол небольшой мощности. Дальнейшая эволюция отложений морен связана с деградацией долинного ледника и таянием погребенного мертвого льда. В наименее измененном виде они присутствуют на плоской вершине скалистого выступа днища в 11 км от ледника, где можно выделить по крайней мере два уровня моренных отложений. Вверх по долине на этих уровнях прослеживаются лишь шлейфы осыпания. Подобные каменные глетчеры характерны для многих долин Южно-Чуйского хребта. В долине Аккола эти образования потеряли активность, их поверхность задернована и покрыта редколесьем, сверху на них опирается мощный шлейф осыпей.

Обвалы, разрушающие крутые экзарационные склоны, распространены и в главной, и в боковых долинах. Судя по развитию лишайников, наиболее крупные из них, отмечаемые в масштабе карты, произошли раньше отложения конечных морен Малой ледниковой эпохи. В долине Аккола тела некоторых обвалов залегают в озерных отложениях – обрушение берегов происходило в период существования озера. Сейчас стенки отрыва обвалов уже прикрыты осыпями, образовавшимися позднее.

Помимо склоновых и озерных отложений большой мощности свидетельством смены рельефообразующих процессов в ледниковых долинах являются разновидности криогенного микрорельефа. С деградацией оледенения поверхность горных пород, находившаяся под защитой ледяного или фирнового покрова, начинала подвергаться сезонному промерзанию и оттаиванию. При этом в пределах верхнего слоя пород происходит сортировка обломочного материала по крупности [10, 11]. В зависимости от угла падения и определяемой этим фактором увлажненности поверхность склонов приобретает определенный микрорельеф. На уплощенных водоразделах (3225–3400 м) на поверхности чехла среднеплейстоценовых флювиогляциальных отложений сформировались каменные полигоны. С увеличением наклона склона полигоны принимают вытянутую вдоль уклона форму и затем переходят в каменные полосы. Интересен тот факт, что бордюры, окаймляющие полигоны, образованы из обломочного материала подстилающих коренных пород (зеленовато-серых и темно-серых сланцев), в то время как внутренняя часть полигонов заполнена окатанными обломками эратического происхождения с характерной ледниковой штриховкой, что, вероятно, может свидетельствовать о незначительной мощности флювиогляциальных отложений на водоразделах. Для склонов долины, прикрытых обломочным чехлом береговых морен последнего оледенения, характерны пятна-медальоны с плоской или слабовыпуклой поверхностью. В их пределах растительный покров отсутствует, и они хорошо выделяются на фоне задернованного склона. Другую разновидность криогенного микрорельефа можно встретить на заболоченных участках днища (2356–2376 м). Это покрытые растительностью кочки "туфуры". Заболоченность характерна как для главной, так и для боковых долин, находящихся на 200–300 м выше. Нередко кочки разделены сетью полигональных трещин, заполненных водой. Несмотря на то что криогенные формы развиты на субстрате различного возраста, время их формирования, скорее всего, относится к периоду дегляциации последнего оледенения.

Почвообразование (биологическое выветривание) и развитие растительного покрова подчиняются тем же условиям, что и геологические процессы [12]. Они довершают комплекс экзогенных процессов, наложенных на реликтовые ледниковые поверхности и определяющих внешний облик современной долины Аккола.

Интенсивность преобразования экзарационных и аккумулятивных форм ледникового рельефа затрудняет палеогляциологические реконструкции. Ледниковая штриховка разрушается выветриванием, эратические валуны смещаются за пределы вершинного пояса, отложения боковых морен быстро уничтожаются в зонах врезания или переходят на новый генетический уровень (в склоновые или аллювиальные отложения), сохраняясь лишь фрагментарно. Однако на данном этапе развития долин мы еще имеем возможность более или менее достоверно реконструировать события последнего оледенения, его характер и площадные размеры. О предыдущем же оледенении на основании фрагментов сохранившихся ледниковых и флювиогляциальных отложений мы можем получить лишь качественную информацию – в пределах Южно-Чуйского хребта оно было крупнее последнего оледенения.

Выводы

1. Деградация последнего оледенения повлекла смену основных экзогенных рельефообразующих процессов в ледниковых долинах. Лишь в верховьях долин в карах и цирках, где сосредоточено современное оледенение, по-прежнему преобладают экзарация, морозное выветривание и нивация. В перигляциальной зоне получили развитие флювиогляциальные и термокарстовые процессы. На склонах, попавших в область дегляциации, активизировались эрозионные, гравитационные, делювиальные и солифлюкционные процессы.

2. Создаваемые этими процессами поверхности имеют скользкие временные границы в пределах одной ледниковой долины, что связано с особенностями деградации ледника.

3. Действие экзогенных процессов в условиях высокогорья и сильной расчлененности рельефа в значительной мере определяется высотной климатической зональностью, углом наклона и экспозицией склонов.

4. Рыхлые отложения большой мощности на склонах и днище долины свидетельствуют об интенсивности преобразования первоначальных выработанных ледником поверхностей. В настоящее время ледниковые долины Южно-Чуйского хребта являются областью аккумуляции продуктов выветривания, тогда как в период оледенения в их пределах преобладала экзарация.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Борисевич Д.В.* Универсальная легенда для геоморфологических карт // *Землеведение*. 1950. Т. 3. С. 169–182.
2. *Стиридонов А.И.* Геоморфологическое картографирование. М.: Географгиз, 1952. 187 с.
3. *Ермолов В.В.* Вопросы составления геоморфологических карт при среднемасштабной комплексной геологической съемке северных районов // *Тр. НИИ Геологии Арктики*. 1958. Т. 83. 34 с.
4. *Тимофеев Д.А.* Элементарные морфологические единицы как объект геоморфологического анализа // *Геоморфология*. 1984. № 1. С. 19–29.
5. *Бутвиловский В.В., Паньчев В.А., Ламмерт А.К.* О возрасте, морфологии и истории развития последнего оледенения Восточного Алтая // *Материалы гляциол. исслед.* 1991. № 73. С. 36–43.
6. *Бутвиловский В.В.* Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1993. 252 с.
7. *Тронов М.В.* Инерция сохранения ледников // *Географический сб.* 1954. № 4. С. 5–19.
8. *Сапожников В.В.* Катунь и ее истоки. Путешествие 1897–1899 гг. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1901. 271 с.
9. *Тронов М.В.* Очерки оледенения Алтая. М.: Географгиз, 1949. 373 с.
10. *Суходоровский В.Л.* Экзогенное рельефообразование в криолитозоне. М.: Наука, 1979. 280 с.
11. *The Encyclopedia of Geomorphology / Ed. by Rhodes W. Fairbridge.* New York, Amsterdam, London: Reinhold Book Corporation, 1968. P. 814–817.
12. *Булатов В.И.* Природные комплексы бассейна р. Аккол (Юго-Восточный Алтай) // *Гляциология Алтая*. 1970. Вып. 6. С. 229–235.

Объединенный институт геологии,
геофизики и минералогии, Новосибирск

Поступила в редакцию
05.12.97

POST-GLACIAL HISTORY OF ACCOL VALLEY, SOUTH CHUYA RANGE (GORNÝ ALTAI, SIBERIA)

A.R. AGATOVA

S u m m a r y

The main regularities of the recent morphogenesis in the deglaciation area of the ancient glaciation were identified. The Accol valley was particularly studied by geomorphological methods, including mapping of large scale, field observations, interpretation of aerial pictures. The predominant postglacial relief-forming processes depend on the altitudinal climatic zonality, inclination and azimuth of the slope. Erosion and slope processes followed nivation and exaration during the deglaciation period. When glacier as an active transport agent disappeared, glacial valleys became the area of accumulation.