

УДК 551.4:

*Б.П. ЛЮБИМОВ***НИВАЛЬНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ РЕЛЬЕФА РАВНИННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

При сравнении многочисленных классификаций снежных образований горных стран и равнин приходится констатировать неприменимость принципов классификации горных снежников к классификации равнинных вследствие необходимости подчеркнуть в первых из них какую-либо одну черту, тогда как во втором случае приходится учитывать совокупность факторов, воздействующих и определяющих не только образование, но и условия сохранения, морфологию, физическое состояние снежников. По нашему мнению, для более объективной классификации снежников равнинных территорий нужно учитывать: 1) климатические условия образования и сохранения снежников; 2) время накопления и стадию их развития; 3) геоморфологические условия сохранения и консервации (см. табл. 1).

В горах происходит постоянное гравитационное смещение снега вниз по склону в более низкие высотные пояса, поэтому здесь большое значение имеет способ снегонакопления. Для равнинных территорий климатический фактор приобретает большее значение. В зависимости от температурных условий, количества осадков и атмосферной циркуляции определяются условия образования и сохранения снежного покрова.

Во вторую очередь приходится рассматривать микроклиматические условия: температурные условия локальной консервации снежников и местные условия метелевого переноса. Фактор времени развития снежников весьма важен как для определения стадии их развития, так и для выяснения их рельефоопределяющей роли. Стадии развития описаны в книге Н.А. Солнцева [1949]. Приведем его генетический ряд, в котором каждый последующий член генетически связан с предыдущим: 1) случайный снежный покров; 2) весенний снежник; 3) летний снежник; 4) перелетовывающий снежник; 5) фирновый ледничок; 6) эмбриональный ледничок; 7) настоящий ледник; из этого ряда следует несколько очень важных выводов.

Первый, основной вывод сделан Н.А. Солнцевым, а затем еще раз был подчеркнут В.Ф. Перовым [1958]: увеличение длительности существования снежноледниковых образований приводит к образованию новых устойчивых типов их, а степень воздействия на ландшафт и интенсивность нивальных процессов возрастает прямо пропорционально продолжительности их существования.

Второй вывод вытекает из первого. Неразрывная связь снег - фирн - лед для районов с многолетним положительным балансом накопления снежного материала должна сложить первопричиной оледенения, т.е. снег - это основа гляциальной зоны, исходный материал для наземного оледенения (например, для высокоширотной Арктики и Антарктики, а также для высоких гор). Важно и обратное следствие: границы современного и бывшего оледенений должны строго согласовываться с законом природной зональности и поясности. При сопоставлении климатических карт современного снежного покрова (составленных с учетом его высоты и продолжительности существования) с картами современного оледенения можно заметить закономерную их связь: в местах

наибольшего снежного покрова и наиболее длительного его существования как раз и развито современное оледенение.

Таблица 1. Классификация снежников равнин по факторам, определяющим их образование, сохранение, физическое состояние и морфологию

Типы по климатическим условиям образования (климатическим зонам)	Стадии накопления и развития (генетический ряд по Н.А. Солнцеву с дополнением автора)	Морфология и генезис в зависимости от геоморфологической приуроченности к разнотипным типам рельефа и типа снежного скопления
<p>Типы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Арктической (Антарктической) зоны 2. Субарктической (Субантарктической) зоны 3. Полярной зоны 4. Субполярной зоны 5. Умеренной зоны 6. Субтропической зоны и т. д. <p>С подразделением на морской и континентальный виды климата</p> <p>Подтипы:</p> <ol style="list-style-type: none"> А. С тундровой растительностью Б. С лесотундровой растительностью В. С таежной и лесной растительностью Г. Со степной растительностью Д. Пустынные (южные и высокогорные) Е. Арктических пустынь Ж. На ледяном покрове (в Арктике и Антарктике) 	<p>I. Первичные стадии - снеговой покров</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Эфемерный снежный покров 2. Зимний снежный покров <p>II. Снежники</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Ранневесенний снежник 4. Поздневесенний снежник 5. Летний снежник 6. Перелетовывающий снежник (перелеток) <p>III. Производные, зрелые стадии развития - переход от снежников к ледникам</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Фирновый ледничок 8. Эмбриональный ледничок 9. Настоящий наземный ледник 10. Подземный пластовый лед осадочного генезиса 	<p>а. Сплошные снежные поля (осадочного генезиса)</p> <p>б. Навейные снежники гребней и бровок (карнизы)</p> <p>в. Навейные и остаточные снежники в неровностях и углублениях рельефа различного генезиса:</p> <p>в₁ - эрозионного рельефа</p> <p>в₂ - морского рельефа</p> <p>в₃ - ледово-морского рельефа</p> <p>в₄ - послеледникового рельефа</p> <p>в₅ - озерного рельефа</p> <p>в₆ - эолового рельефа</p> <p>в₇ - прямого структурно-тектонического рельефа</p> <p>в₈ - карстового рельефа и т.п. При этом можно выделить:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Продольные снежники Прибровочные террасные снежники и снежники подножий склонов 2. Ветвящиеся Овражные снежники 3. Точечные снежники каров и замкнутых западин 4. Поперечные снежники развитых нивально-солифлюкционных склонов

Граница плейстоценового оледенения должна также согласовываться с климатическими условиями. То, как проводится эта граница на европейской территории Союза, с общей ориентировкой с юго-запада на северо-восток и с языками по долинам рек Днепра и Дона, представляется с точки зрения климатической зональности и аналогий с современным положением климатических поясов на этой территории маловероятным. Мощная толща снежноледниковых образований в Фенноскандии и слабое развитие их на Урале и одноширотных районах Русской равнины должны найти климатическое объяснение. По современным геологическим и геоморфологическим представлениям границы ледниковых покровов этих массивов были примерно равновелики, по крайней мере в эпоху валдайского оледенения. Для эпохи же днепровского оледенения вопрос о его границах остается, очевидно, открытым вплоть до более полного сбора различных данных.

Третий вывод мы делаем на основании той же неразрывной цепи снег - фирн - лед, но уже для перигляциальных областей с достаточно суровым климатом и интенсивным

поверхностным осадконакоплением (прибрежно-морским, озерно-аллювиальным, склоновым и т.д.). Здесь в условиях многовековой консервации и геологического захоронения снег служит наряду с замерзшими водами одним из исходных материалов подземного оледенения. Фирновый и глетчерный лед, первоначально формировавшийся на земной поверхности и затем погребенный осадками, - одна из категорий подземного льда, описанная многими исследователями (начиная с Э.В. Толля) и приводимая во всех последних классификациях. Сравнение карты современного распространения вечномерзлых пород с картами снежного покрова и с картами суровости климата также свидетельствует об их закономерной связи. Однако следует признать, что здесь уже большую роль играет не столько сам снежный покров, сколько суровость климата, поэтому во внутренних континентальных районах, даже при малоснежных зимах, имеются все необходимые условия для консервации снежников и для образования подземного льда из замерзшей воды в горных породах.

Интересно сопоставить карты площади распространения на Земле сезонного снегового покрова, подземного и наземного льда. Площади оледенений подсчитаны: подземное занимает 34,5 млн. км², наземное - 15,6 млн. км². Площадь систематического сезонного снежного покрова и сезонного промерзания почвы, даже при грубом подсчете, составляет не менее 70 млн. км². Кратковременный и маломощный снежный покров занимает дополнительные огромные площади юга Северной Америки, Австралии, юга Азии в пределах Турции, Ирана, Афганистана и юга Бразилии. Если площадь наземного оледенения составляет 1/9 всей площади суши, подземного оледенения около 1/5, то площадь снежного покрова - около 1/2 территории суши. Эта цифра означает не только площадь «белого покрова Земли», но и территории, подверженные в той или иной степени нивальному преобразованию рельефа. Из этого факта вытекает огромная значимость снега как агента экзогенного преобразования рельефа земной поверхности.

Четвертый вывод, вытекающий из первого вывода и отмеченных положений о климатических условиях, гласит, что поскольку снежный покров обязан первопричиной своего образования климатической зональности и атмосферным процессам, постольку геоморфологическая закономерность нивального преобразования рельефа равнинных территорий будет подчиняться этой зональности. Чем севернее или суровее климат, чем больше высота снежного покрова, тем интенсивнее происходит образование снежников и тем значительнее геоморфологический эффект нивальной переработки рельефа. Этот вывод не нов, но тем не менее он почему-то мало учитывался до сих пор при классификации снежников равнин как современных, так и древних. Особенно справедлив этот упрек для исследований перигляциальных явлений и форм рельефа. Нивальные формы в перигляциальной зоне распространены столь широко, что оказывают на рельеф гораздо большее воздействие, чем сам ледник. Нивальные формы накладывают на облик рельефа настолько специфичный отпечаток, что не замечать и не изучать их невозможно. Многие формы рельефа полярных районов, которым приписывалось лишь ледниковое происхождение, обязаны на самом деле снежникам.

Геоморфологические факторы сохранения и консервации снежников должны учитываться при классификации снежников, так как снежники всегда используют какие-либо неровности рельефа, а впоследствии сами создают углубления в склонах. От геоморфологических условий зависят продолжительность существования снежника и условия его консервации или захоронения.

Сплошные снежные поля на плоских поверхностях, даже при постоянном залегании или при одновременном стаивании, оказывают вполне определенное воздействие на геолого-геоморфологическое строение. В первом случае слой снега выполняет защитную функцию. Он служит бронирующим и теплоизолирующим горизонтом, консервируя первичный рельеф. Во втором случае стаивающий снег служит действенным агентом физического и химического выветривания, способствуя эпигенетической переработке верхнего слоя подстилающих толщ. Особенно интенсивно этот процесс протекает при

частых сменах замерзания и протаивания, что бывает со снежным покровом равнин в осенний и весенний периоды.

Снежники используют неровности и углубления различных типов рельефа: эрозионного, морского, озерного, эолового, послеледникового и ледникового, мерзлотного, структурно-тектонического и т.д. В одних и тех же формах рельефа снежники имеют различную морфологию в зависимости от продолжительности существования: так, в балке или в овраге весенний снежник занимает оба борта, летний обычно располагается на склонах северной экспозиции, перелеток сохраняется лишь на дне глубоких оврагов. Разумеется, различны типы снежников в одних и тех же генетических типах рельефа, но в разных климатических зонах. Морфология снежников подчеркивает морфологию рельефа. Продольные снежники указывают на наличие продольных форм, таких, как террасовые уступы, гребни и подножия склонов, структурные площадки и линии разломов. Поперечные снежники приурочены к линейным эрозионным формам и к лоткам выноса. Снежники площадные и точечные занимают все впадины и неровности рельефа любого генезиса. По форме и размерам снежников можно составить представление о линейных формах и неровностях первичного рельефа, поэтому весенние и раннелетние аэрофотосъемки представляют дешифровщикам неоценимую помощь при чтении и картировании рельефа. Важно подчеркнуть эту особенность для равнинных территорий, где неровности рельефа иногда трудно читаемы по данным летних съемок. В Большеземельской тундре по снежникам прекрасно дешифрируются эрозионная сеть, террасовые уступы на морском побережье и в долинах рек.

Итак, предлагаемая классификация снежников равнинных территорий учитывает климатическую зональность, время или стадию развития и геоморфологическую приуроченность. Такое трехступенчатое определение включает в себя генезис, возраст и морфологию, что необходимо при определении любого элемента рельефа или геологического тела. Одним термином трудно передать все условия, поэтому мы возражаем против односторонних названий в классификации.

Влияние снежников на геоморфологическое строение равнин осуществляется по трем основным направлениям: снежники либо консервируют первичный рельеф, либо интенсивно его эродировать, либо сами способствуют нивально-солифлюкционной аккумуляции и созданию специфических аккумулятивных форм (см. табл. 2, 3).

Консервация первичного рельефа под покровом снега - факт сам по себе, кажется, не причастный к нивальному моделированию, но именно благодаря снежной консервации в районах с мощным и длительно лежащим снежным покровом можно наблюдать столь «свежий» первичный рельеф, мало измененный другими интенсивными экзогенными процессами, например эрозионными. Защитная роль снежного покрова имеет место и с ней приходится считаться. Однако статичное состояние не характерно для этого сезонного образования. При стаивании снежного покрова происходит почти повсеместная механическая и физико-химическая обработка верхних горизонтов пород и самого рельефа. Образуются и локализованные снежники, активно подъедающие склоны.

Нивальный процесс создает наиболее заметный эффект при нивальном моделировании рельефа. Совокупное действие нивально-солифлюкционных процессов приводит к появлению характерных новообразованных форм рельефа. Существует и следующая зависимость: чем больше снега и чем дольше он лежит, тем глубже форма рельефа, выработанная нивацией.

У типичных эрозионных форм под действием нивальных процессов склоны меняют первичный поперечный профиль. При сравнительно одинаковой интенсивности нивации (когда подъедаются оба склона) образуются трогоподобные долины с ящикообразным поперечным профилем. Такие долины мы наблюдали в Большеземельской тундре в небольших овражках и в меридиональных долинах более крупных рек (рис. 1). В образовании подобных форм здесь участвуют весенние снежники.

Таблица 2. Воздействие снежного покрова и снежников на геоморфологическое строение поверхности равнинных территорий (классификация нивальных форм рельефа)

<p>I. Консервация первичного рельефа при длительном поверхностном захоронении под снежным покровом</p>
<p>II. Нивальная эрозия стаивающими (весенними и летними) и перелетовывающими снежниками, а также эмбриональными ледничками</p> <p>A. Типы нивально-эрозионных долин:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Асимметричные, с крутым склоном северной экспозиции и пологим склоном южной экспозиции 2. Ящикообразные, с двумя эродируемыми склонами и плоским дном 3. V-образные, с двумя эродируемыми склонами без уплощенного дна <p>Б. Типы нивальных каров и воронок на склонах:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зарождающиеся 2. Развитые однолопастные 3. Развитые многолопастные <p>В. Типы склонов, переработанных нивальными процессами:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. С поперечными ступенями, карнизами и псевдотеррасами (уровнями нивации) 2. С продольными рассечениями лотками выноса ниже каров <p>Г. Типы нивально-эрозионных останцов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Столообразные сопки и холмы с крутыми склонами с увеличением крутизны у подножий 2. Карлинги и конусообразные сопки-останцы
<p>III. Нивально-солифлюкционная аккумуляция</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Конусы выноса, псевдоморены из валунного и грубообломочного материала 2. Валики 3. Оползни и оплывины

Таблица 3. Воздействие снежного покрова и снежников на геологическое строение (классификация снежно-ледяных четвертичных отложений, нивально-солифлюкционных четвертичных отложений и влияния на гипергенное преобразование других отложений)

<p>I. Сезонное снежное осадкообразование (снег - осадок только в зимний период)</p> <p>II. Многовековое осадкообразование: снег - фирн - лед - вечная мерзлота</p> <p>A. Поверхностный литогенез (снег - исходный материал для наземного оледенения при положительном балансе, многовековой консервации и преобразовании в фирн и лед)</p> <p>Б. Подземный литогенез (снег - исходный материал для подземного оледенения при положительном балансе, геологическом захоронении и преобразовании в фирн, лед и вкуче с рыхлыми породами в вечную мерзлоту)</p> <p>III. Нивально-солифлюкционное осадкообразование - скопление у подножий склонов в конусах выноса нового типа отложений</p> <p>IV. Участие снежного покрова в элювиальном осадкообразовании (снег - действенный агент физического и химического выветривания, способствующий при частых сезонных изменениях своего состояния гипергенному преобразованию верхнего слоя отложений)</p> <p>V. Снежный покров - бронирующий и теплоизолирующий покров при длительном сохранении своего состояния, по отношению к нижележащим отложениям</p>

Типичные ледниковые троговые долины в районе Большеземельской тундры нами нигде не были обнаружены (районы Восточного Предуралья не включаются в эту область). Наоборот, ящикообразных долин довольно много, и при геоморфологическом картографировании они заняли бы значительное место среди других типов долин.

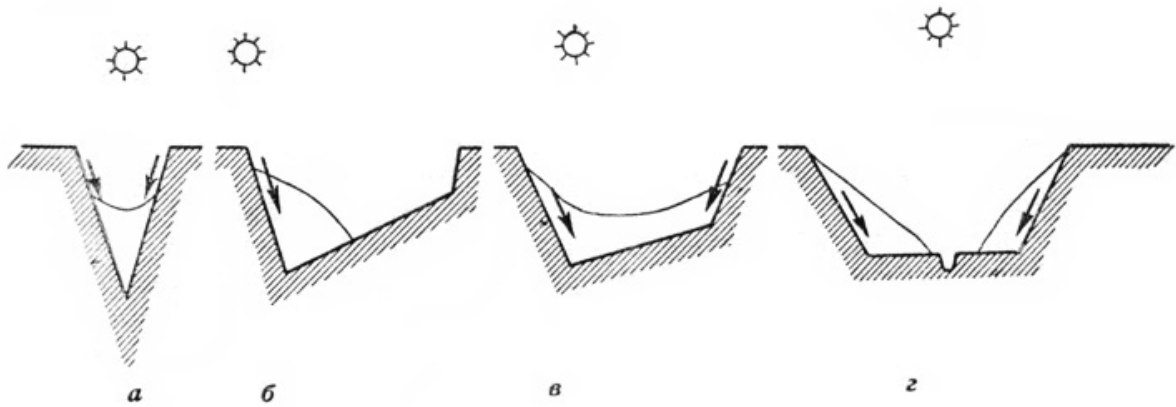


Рис. 1. Поперечные профили эрозионных форм, занятых снежниками: *а* — глубокие овраги и каньоны с перелетками; *б* и *в* — асимметричные долины с летними снежниками; *г* — ящикообразные долины с весенними снежниками

Столь же широко здесь распространены и так называемые «асимметричные» долины с неравномерно эродируемыми склонами. Обычно они широтны или близки к широтной ориентировке. Склоны северной экспозиции круче. Здесь располагаются летние снежники, которые и формируют этот тип асимметричных склонов.

Снежники-перелетки залегают в глубоких эрозионных ложбинах, скрытых от прямой солнечной радиации. Неправильно говорить о консервации ими рельефа [Перов, 1958], так как эти снежники активно подъедают склоны вдоль своей кромки, где особенно интенсивно проходят физико-химические процессы и механическое удаление продуктов выветривания.

Итак, мы имеем дело с тремя типами обработанных нивацией речных долин, которые соответствуют трем типам снежников. Следует отметить, что в районах Крайнего Севера склоны всех речных долин изменяются под влиянием нивального процесса, т.е. мы имеем дело не с типично эрозионными формами, а всегда с нивально-эрозионными формами.

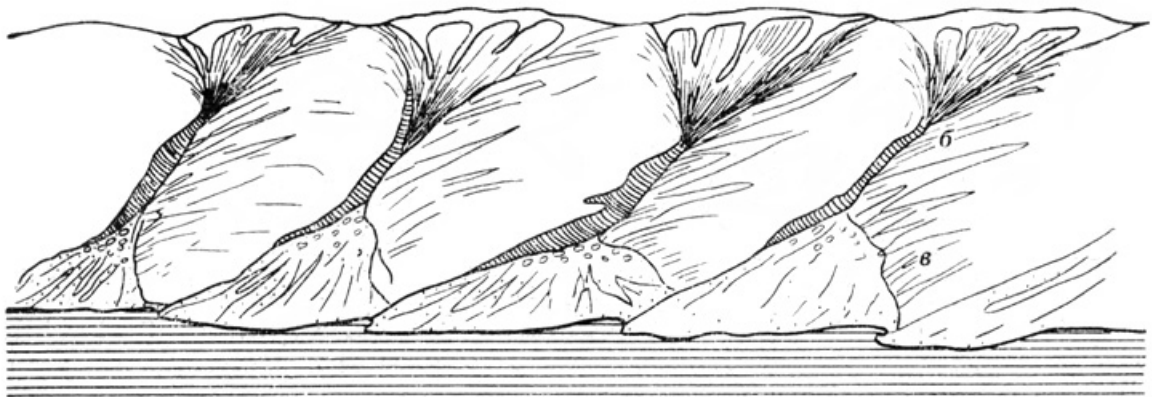


Рис. 2. Характер расчленения склонов нивальными поперечными формами: *а* — карровые воронки; *б* — лотки; *в* — конусы выноса

Обильны и разнообразны нивальные формы, развивающиеся на склонах различного генезиса. Снежниковые цирки, ниши, ступени, карнизы, псевдотеррасы приурочены к верхним частям склонов. Останцы снежного разъедания и выветривания - типа останцовых сопок и типа «карлингов» - располагаются по периферии основных возвышенностей и вблизи бровок террасовых уровней. Конические останцово-ниральные холмы в Большеземельской тундре описаны недавно И.Д. Даниловым [1965]. Средние

части склонов рассечены лотками выноса нивально-солифлюкционного материала, а у подножия склонов располагаются конусы выноса. Чем круче склон, тем благоприятнее условия для снегонакопления при метелевом переносе и тем шире распространены нивальные формы с вышеописанной вертикальной «поясностью». В результате склоны приобретают сильно расчлененный характер с продольным рисунком, где верхняя часть имеет отрицательный вогнутый рельеф, а нижняя - выпуклый (рис. 2). При этом стенки цирков и лотков северной экспозиции эродированы всегда в большей степени. В выводной части цирка и верхней части конуса, а частично и в нижней пологой части склона южной экспозиции происходит скопление грубообломочного и валунного материала, выедаемого снежниками из верхних частей стенок цирка, если породы включают в себя валуны и другой крупный материал. То же самое наблюдается и в скальных породах. Подобный продольный рисунок и широкое развитие нивально-солифлюкционных склонов характерны не только для Большеземельской тундры, но и для других арктических тундр.



Рис. 3. Виды нивально-останцовых «положительных» форм рельефа: «останцовые» сопки; карлинги

Большинство склонов по действующим рельефообразующим процессам и по морфологии можно отнести к нивально-солифлюкционным. В результате подтаивания у края и полного стаивания снежников появляется вода, увлажняющая грунты и способствующая солифлюкции, сползанию натечных языков мелкозема вниз по склону. Даже при небольших уклонах в 2-3° процессы солифлюкции идут весьма интенсивно.

По мере увеличения крутизны склона морфология натечных форм меняется от продольных выпуклых валиков и микротеррас, создающих продольную полосчатость, до поперечных языков-валиков и потоков, стекающих вниз и создающих поперечную полосчатость склонов.

Представляет интерес и наблюдавшееся нами явление прямого течения супесчано-суглинистого солифлюкционного материала вниз по поверхности снежника. Из верхних частей склона материал массой течет в виде отдельных струй, перемешиваясь и снова растекаясь. В результате совместного действия нивации и солифлюкции формируются специфичные нивально-солифлюкционные отложения.

Ступени и псевдотеррасы нивального генезиса встречаются обычно в речных долинах и по берегам озерных бассейнов. Образуются они при слиянии каровых ниш в верхних частях склонов или при слиянии снежников у подножий склонов.

Размерность каровых воронок варьирует в настоящее время от 1-2 м для зарождающихся до 20-50 м для наиболее крупных.

Однако в Большеземельской тундре встречаются и грандиозные циркообразные ниши у края возвышенных мусюров с диаметром от 150 до 800 м и более. На рис. 4

показаны подобные формы, встреченные нами в хр. Усэр-Мусюр. В настоящее время в летний период цирки свободны от снежников. По климатическим условиям и по непосредственным наблюдениям представляется мало вероятным, чтобы подобные формы могли образоваться в Большеземельской тундре в настоящее время. И.Д. Данилов [1965], говоря об останцово-нивальных конических холмах, также склонен считать, что они являются результатом древних нивальных процессов. Древние нивальные формы как раз и характеризуют эти перигляциальные условия и перигляциальную зону. Роль же ледникового фактора в рельефообразовании Большеземельской тундры [Лавров, 1965] явно преувеличена. При проверке полевыми исследованиями «гляциальные» формы оказывались иного генезиса: «конечноморенные валы» - верхними ярусами рельефа ледниково-морского генезиса, причем сложены они чаще всего не «мореной», а песчаными отложениями с фауной морских моллюсков; «камь» на самом деле представляют блоки полигонального мерзлотного рельефа, сглаженные солифлюкционными процессами; «озы» - песчаные древние береговые валы или грядовой тип рельефа ледово-морского генезиса; «троги» - долины со склонами, переработанными нивальными процессами. По настоящим ледниковым формам рельефа и типичным моренам границы оледенения проходят гораздо восточнее, а именно - в Западном Предуралье. Границы валдайского (зырянского) оледенения определены здесь достаточно четко.



Рис. 4. Нивальный цирк в хр. Усэр-Мусюр, образованный древним снежником

Границы оледенения, проводимые в Большеземельской тундре по так называемым «конечноморенным валам» [Лавров, 1965], не выдерживают серьезной критики, так как эти образования имеют совершенно иной генезис и стратиграфию отложений [Понов, 1961]. Не ледник сформировал здесь отложения и основные черты рельефа, а море со специфическими ледово-морскими условиями. Не ледникам обязаны своим происхождением огромные цирки и долины с ящикообразным поперечным профилем, а снежникам. Не моренные валы лежат у конца выводных каналов из этих цирков, а скопления нивального материала. Эти псевдоморены легко отличимы от действительных морен по отсутствию мелкозема и преобладанию лишь грубых обломков, по явной морфологической приуроченности к концам снежниковых каров. Правы Н.А. Солнцев [1949] и И.Д. Данилов [1965], подчеркивавшие, что значение ледников преувеличивают и забывают об огромной рельефообразующей работе снежников. По нашему мнению, их роль гораздо более значительна, чем рельефообразующая деятельность ледников. Это мнение вытекает из того, что площадь воздействия нивальных процессов почти в пять раз превосходит площадь воздействия гляциальных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боч С.Г. Снежники и снежная эрозия в северных частях Урала. «Изв. ВГО», 1946, т. 78, вып. 2.
2. Данилов И.Д. [Останцово-нивальные конические холмы в арктических тундрах](#). «Вестн. Моск. ун-та», сер. география, 1965, № 1.
3. Лавров А.С. К вопросу о генезисе валунных суглинков севера европейской части СССР. «Докл. АН СССР». 1965, т. 163, № 5.
4. Перов В.Ф. О классификации снежников горных стран. «Информ. сб. о работах геогр. ф-та МГУ по МГГ», № 3. Изд-во МГУ, 1958.
5. Попов А.И. [Палеогеография плейстоцена Большеземельской тундры](#). «Вестн. Моск. ун-та», сер. география, 1961, № 6.
6. Солнцев Н.А. Снежники как геоморфологический фактор. М., Географгиз, 1949.
7. Тушинский Г.К. Ледники, снежники, лавины Советского Союза. М., Географгиз, 1963.
8. Hamberg. A. Die Eigenschaften der Schneedecke in den Laplandischen Gebirgen. Stockholm-Berlin, 1907.

Поступила в редакцию
2 декабря 1965 г.

Кафедра полярных стран и гляциологии
МГУ

Ссылка на статью:



Любимов Б.П. Нивальное преобразование рельефа равнинных территорий // Вестник Московского университета. Сер. География. 1967. № 1. С. 38-46.