

РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

*На правах рукописи*  
РГБ 01

**ГЛУШКОВА Ирина Александровна**

**СНЕЖНИКИ И ИХ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ  
НА ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ (северный склон)**

11.00.04. – геоморфология и эволюционная география

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Краснодар - 2000

Работа выполнена на кафедре геологии и геоморфологии географического факультета Кубанского государственного университета

Научный руководитель – доктор географических наук,  
профессор Ю.В. Ефремов

Официальные оппоненты:

доктор географических наук В.П. Чичагов

кандидат географических наук В.В. Астахов

Ведущая организация – Северо-Кавказское территориальное  
Управление по гидрометеорологии  
и мониторингу окружающей среды

Защита состоится « 30 » мая 2000 г. в 12<sup>30</sup> часов на заседании специализированного совета по физической географии (К – 063.52.17.) при Ростовском государственном университете по адресу: 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 40.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке геолого-географического факультета Ростовского государственного университета.

Автореферат разослан « 20 » апреля 2000 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета,  
кандидат географических наук, Т.А. Смагина  
доцент

29(244.3)228,0 2228.15,0

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В последние десятилетия широко осуществляется освоение горных районов для хозяйственных (в частности для нужд орошения) и рекреационных целей. Поэтому возникла необходимость комплексного исследования их природы: климатических условий, стока рек, ледников, селей, снежников и снежных лавин.

Снежники горных районов являются одним из объектов природной среды, принимающим активное участие в формировании отдельных форм рельефа. Одновременно они изменяют границу и состав растительности, протяженность нивальной зоны, понижают температуру воздуха и воды в реках и озерах. Многолетние снежники составляют существенную часть оледенения горных районов как по площади, так и по объему. Их изучение важно по многим причинам: во-первых, они являются переходной формой между сезонным снежным покровом и ледниками; во-вторых, наряду с сезонными снежниками представляют существенный элемент высокогорных ландшафтов; в-третьих, влияют на распределение стока горных рек; в-четвертых, в отсутствие ледников именно многолетние снежники могут быть хорошими индикаторами климата. Поэтому информация о снежниках все больше приобретает прикладной характер. Однако снежники Западного Кавказа изучены недостаточно. Не освещены вопросы их геоморфологической деятельности, не разработаны классификации снежников Западного Кавказа, не исследован их режим, морфология, распространение и устойчивость, что потребовало искать пути решения проблем использования снежников в научных и практических целях на основе широких географических обобщений и анализа обширных фактических данных и пространственных связей внутри нивально-гляциальных систем.

Детальный морфолитогенетический анализ нивальных отложений дает возможность восстановить историю развития нивальных форм рельефа и их дальнейшего развития. В комплексе с разработкой классификации снежников это позволит получить более полную картину ландшафтной сферы Западного Кавказа и разработать основу для создания банка данных и системы мониторинга нивальных объектов и явлений.

**Цель работы** – изучение условий образования, особенностей режима и морфометрии снежников, основных закономерностей их пространственного распределения для обоснования роли нивации в развитии рельефа на северном склоне Западного Кавказа.

В соответствии с концепцией достижения поставленной цели подчинено решение следующих задач работы:

- проанализировать фактический материал, содержащий информацию о снежниках; определить зависимость образования и распределения снежников по территории от орографических и климатических факторов;

- установить аналитическую зависимость между распределением снежников и верхней границей леса;
- разработать региональную классификацию снежников с учетом их происхождения, режима, морфометрии и связи с рельефом;
- составить качественные и количественные характеристики нивальных отложений; установить генезис форм рельефа, созданных с участием снежников;
- проанализировать денудационную и аккумулятивную составляющие нивации в развитии рельефа территории; описать процессы и установить механизмы нивального морфолиитогеоза.

#### Защищаемые положения:

- орографические и климатические условия на северном склоне Западного Кавказа благоприятны для существования снежников, они определяют их типы и пределы распространения;
- распределение снежников по территории неравномерно, максимальное количество снежников-перелетков отмечается на Главном хребте; наибольшее разнообразие морфологических типов снежников приурочено к перигляциальному морфоскульптурному поясу;
- на Западном Кавказе нивальные процессы связаны с термическим напряжением горных пород, с действием талой воды и лавин; нивальные формы рельефа связаны с типом снежника; при изучении нивальных отложений наиболее информативными являются морфометрический и морфоскопический анализы поверхности обломочного материала;
- снежники играют большую роль в горных ландшафтах, формируя «околоснежниковые» урочища.

Исходные материалы и методы исследования. В основу диссертации положены результаты геоморфологических исследований автора, проведенных в 1989-1999 годы в пределах территории с репрезентативным нивальным рельефом северного склона Западного Кавказа в сочетании с данными анализа опубликованных научных материалов. Полевые исследования автор проводил в качестве участника, руководителя и основного исполнителя в составе геоморфологических и гляциологических отрядов кафедры геологии и геоморфологии Кубанского государственного университета. Исследования проводились по плановым темам НИР на кафедре геологии и геоморфологии Кубанского университета "Снежники Западного Кавказа" и Краснодарского регионального отделения Русского географического общества "Геоморфологическая деятельность снежников Западного Кавказа". Кроме того, автор принимал участие в научно-исследовательских работах по снежным ресурсам совместно с Кавказским биосферным заповедником.

В качестве исходных данных использованы также:

- материалы стандартных климатологических, гидрологических и гляциологических наблюдений, содержащиеся в выпусках "Справочник по климату СССР";
- данные метеорологических, гляциологических и снеговалинных наблюдений, произведенных Северо-Кавказским УГМС и Кубанским госуниверситетом;
- Кадастр лавин СССР. Европейская часть СССР. Кавказ, за 1950-1985 гг.;
- Атлас снежно-ледовых ресурсов мира;
- топографические карты масштабов 1:10000, 1:25000, материалы аэрофотосъемок и космические снимки различных лет.

При проведении экспедиционных наблюдений и камеральных работ применялись методы изучения, принятые в гляциологии, метеорологии, климатологии и картографии, а также действующие в гидрометеослужбе наставления, руководства и методические указания. При получении и обработке фактических данных использовались статистические методы оценки пространственных рядов, оценки и анализа корреляционных связей.

Для изучения нивального рельефа и отложений впервые применен литолого-минералогический анализ и разработанная автором оригинальная схема нивального морфолитогенеза.

**Научная новизна диссертационной работы состоит в том, что впервые для Западного Кавказа:**

- рассмотрены режим, морфометрические и морфологические характеристики снежников и составлены их классификации;
- систематизированы сведения о снежниках территории и их распределении в зависимости от литологических, орографических, климатических и ботанических факторов;
- приведены описания снежников различных типов и созданных ими форм рельефа;
- получена зависимость высотного положения навесных снежников-перелетков от высоты верхней границы леса;
- на основе литолого-минералогического анализа установлены качественные и количественные характеристики нивальных отложений и их связь с другими геоморфологическими процессами;
- составлена схема нивального морфолитогенеза;
- показаны зональные и локальные черты нивальных процессов и явлений.

**Практическое значение.** Полученные в работе результаты позволяют:

- использовать качественные и количественные характеристики нивальных отложений при построении различных геоморфологических карт;
- с учетом влияния снежников на природную среду составлять перспективные планы освоения горных районов (оценка летних пастбищ, инженерно-геоморфологическая оценка территорий в области влияния снежников, строительство горнолыжных комплексов и т.д.) более рационально.

Изложенные в диссертационной работе материалы используются:

- при геоморфологических и палеогеографических исследованиях нивальных отложений с помощью литолого-минералогического анализа;
- в учебном процессе при подготовке студентов по специальности «География» и «Геоморфология» в Кубанском государственном университете.
- основные морфометрические и морфологические характеристики снежников положены в основу составления банка данных снежных ресурсов Западного Предкавказья по проекту РФФИ.

**Апробация работы.** Основные выводы и положения, содержащиеся в диссертации, докладывались и обсуждались на заседаниях кафедры геологии и геоморфологии Кубанского госуниверситета, на научно-практических конференциях Краснодарского отдела Русского географического общества (1990-1996 гг.), на научных международных и региональных конференциях и совещаниях: 4-ой Северо-Кавказской региональной межвузовской студенческой конференции “Эколого-географические проблемы Северного Кавказа (Владикавказ, 1991); XI гляциологическом симпозиуме (Пушино, 1996), XXIV пленуме геоморфологической комиссии РАН, международном совещании “Геоморфология гор и равнин: взаимосвязи и взаимодействие” (Краснодар, 1998).

По теме диссертации опубликовано 10 работ (6 из них в соавторстве), в которых изложены основные положения и выводы, соответствующие материалам, приведенным в разделах представленной к защите диссертационной работы.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованной литературы. Общий объем работы 137 страниц машинописного текста, в том числе 28 таблиц. Работа включает также 47 рисунков, из которых 16 фотографий. Список литературы содержит 128 наименований.

Диссертационная работа выполнена под руководством доктора географических наук, заведующего кафедрой геологии и геоморфоло-

гии профессора Ю.В. Ефремова, которому автор выражает глубокую и искреннюю признательность.

Особую благодарность автор приносит к.г.н. В.Д. Панову за внимание, поддержку и консультации при работе над диссертацией и за информацию о снежниках из личных архивов; к.г.н. Э.Г. Ананьевой за помощь при проведении аналитических исследований нивальных отложений; д.г.н. Д.А. Тимофееву, д.г.н. Глазырину и сотрудникам кафедры геологии и геоморфологии Кубанского госуниверситета за ценные советы при обсуждении результатов исследования.

Автор благодарит сотрудников НПО "Кубаньгеология" и других учреждений [А.А. Леушина], А.В. Твердого, Д.Ш. Козорезову за помощь и поддержку при подготовке, организации и проведении полевых исследований и камеральных работ.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### *Глава 1. Условия, определяющие образование снежников на Западном Кавказе*

Образование и существование снежников определяется климатом, рельефом, характером растительного покрова. На северном склоне Западного Кавказа четко выделяется ряд продольных структурно-орографических зон: Главного, Бокового, Передового хребтов и куэст северного склона. Они обуславливают широтно-зональное распределение снежников на данной территории в связи с положением хребтов-барьеров и влагонепроводящих по отношению к устойчивым воздушным потокам участков, предопределяющих пространственную дифференциацию снежников. Количество снежников увеличивается с повышением высоты хребтов: с северо-запада на юго-восток и с юга на север. В районах с низкими абсолютными высотами (Северо-Западный Кавказ, куэстовые хребты) условия для существования снежников менее благоприятны. Особенности микро- и мезорельефа Западного Кавказа влияют на метелевую и лавинную концентрацию снега, а также определяют затененность от воздействия солнца. Крутизна склонов определяет крутизну снежника, его генезис и морфологию. Склоновые снежники приурочены к склонам крутизной  $5-15^{\circ}$ , а лавинные -  $15-35^{\circ}$ .

Главный и Боковой хребты выделяются высотным положением (2500-4500 м) и значительным разнообразием форм рельефа. Их высокогорные участки относятся к нивально-гляциальному морфоскульптурному ярусу [Ефремов, 1995]. Многочисленные кресловидные впадины-кары и плечи трогов заполнены ледниками, снежниками и озерами (р.Имеретинка). Крутые склоны троговых долин способствуют тому, что лавины достигают их дна, образуя конусы лавинных снежников длиной 3-6 км. Часто такие снежники являются перелетывающими и определяют высоту орографической снеговой линии. Между высотами орографической снего-

вой линии и нижним пределом распространения лавинных снежников наблюдается тесная зависимость [Панова, 1996]. Узкие затененные долины способствуют длительному сохранению снежников. В результате активной деятельности лавин образуются ямы выбивания, занятые озерами (истоки р.Имеретинка). В понижениях моренного рельефа образуются снежники моренных «карманов». При неблагоприятной южной экспозиции склонов большое значение приобретает характер вмещающей формы. Так, широкий отрог Софийского хребта на участке г.Надежда (3353 м) - г.Караджаш (3220 м) несет обширные, часто затененные кары, поэтому здесь находятся многочисленные перелетывающие снежники. Передовой хребет представляет собой ряд средневысотных плоско-вершинных хребтов, которые способствуют сдуванию с них снега на подветренные склоны и формированию снежников навейного генезиса. Такие снежники особенно многочисленны в северо-западной части, где поверхность хребтов имеет платообразный характер. В карстованных районах (Лагонакское нагорье) велика роль непосредственной связи гляциальных, нивальных и карстовых процессов. В результате наблюдаются формы рельефа смешанного генезиса: гляциально-карстовые (комб) и нивально-карстовые (ниши, осложненные карстовыми воронками). Здесь также характерны снежники моренного рельефа. Сглаженный и платообразный средневысотный рельеф Скалистого хребта способствует образованию снежников в основном навейного происхождения. Они отмечены в понижениях рельефа, эрозионных врезках. Пастбищный и Лесистый хребты имеют мягкий холмистый рельеф с закругленными гребнями. Эта средне- и низкогорная территория входит в ярус эрозионно-денудационных форм рельефа [Ефремов, 1995], она расположена в диапазоне высот 300 - 2000 м, что ниже снеговой границы. Поэтому снежники здесь существуют лишь непродолжительное время и относятся к типу весенних. Таким образом, рельеф средне- и высокогорной области Западного Кавказа благоприятен для образования снежников различного генезиса. Это делает снежную эрозию важным фактором экзогенного рельефообразования на данной территории.

Климатические факторы могут быть признаны определяющими в образовании снежников. Различия в суточных суммах солнечной радиации между северными и южными склонами составляют 10-40% в холодный период года и 4-20% в теплый. С высотой увеличивается приход прямой и суммарной радиации и возрастает разница температур между воздухом и подстилающей поверхностью. На высотах 1500-2000 м эти перепады доходят до 40° в дневные часы, что имеет большое значение для процессов выветривания, а при наличии снежника - для нивации. В высокогорной зоне летом уменьшается количество часов солнечного сияния в результате частого развития кучевой облачности. Это обстоятельство может негативно сказываться на вещественном балансе снежников, так как их таяние часто происходит под действием тепла воздуха

(рассеянная радиация) интенсивнее, чем при воздействии прямой солнечной радиации [Шульд, 1960]. В то же время с увеличением высоты увеличивается и отражательная способность снежников и ледников (альbedo фирна 58%) и на высотах 3000–4000 м поглощенная радиация уменьшается на 30–40% по сравнению с низкогорьями. При сравнении суммарной радиации с величинами таяния на Марухском леднике и снежнике становится очевидна зависимость абляции от типа погоды. Наименьшее таяние соответствует фронтальному типу погоды, когда понижение поверхности снежно-фирновой массы связано не с таянием, а с уплотнением верхнего слоя снега.

В холодный период года на Западном Кавказе отмечается прохождение черноморских и средиземноморских циклонов, движущихся с юго-запада на северо-восток, с которыми связано большое количество осадков на склонах, обращенных на юго-запад. Этим объясняется существование снежников на склонах южных экспозиций. Питание снежников в горных областях Западного Кавказа осуществляется за счет твердых атмосферных осадков (октябрь-апрель), поступающих в атмосферу с акватории Атлантики и Средиземного моря. Особый интерес представляет влияние бароклинности атмосферы на возмущение поля тока рельефом, что выражается в выпадении осадков в высокогорных частях подветренных склонов. Так, для станции Клухорский перевал, расположенной под зоной восходящих движений, сумма осадков за холодный период (ноябрь-март) колеблется от 534 до 1365 мм, тогда как в Архызе, удаленном от Главного хребта на 25 км, количество осадков за тот же период колеблется от 127 до 614 мм. Система параллельных хребтов различной высоты создает несколько зон «дождевой тени», причем тем значительнее, чем больше высота наветренного хребта (Даховская, Уччулан) [Панов и др., 1977].

Для существования снежников наибольший интерес представляют положительные значения температуры воздуха, так как ими определяется таяние снежников. Средняя годовая температура воздуха положительна до высоты 2400–2800 м. Важным гляциоклиматическим показателем является продолжительность периода с положительной температурой. Эта величина зависит от высоты места над уровнем моря и изменяется от 140–160 дней на высоте 3000 м, до 220–240 дней на высоте 2000 м. Переход температуры воздуха через 0°C наблюдается на высоте 3000 м в первой декаде мая и на высоте 2000 м - в первой декаде апреля, когда отмечается начало таяния снежников на этих уровнях.

Мощность снежного покрова прямо связана с объемом снежников и их количеством. Максимальная высота снега может достигать в аномальные зимы 5–6 м при средней высоте 2–3 м. Основными причинами схода лавин и образования лавинных снежников являются интенсивные и продолжительные снегопады, а также метелевый перенос, рекристаллизация снежной толщи, оттепели и весеннее таяние снега. Так, со

средними условиями снегонакопления за 1975-80 гг. было связано образование лавинного снежника длиной 500 м в устье р. Домбай-Ульген. Степень лавинообразования и количество лавинных снежников увеличиваются с запада на восток и с севера на юг.

Твердые атмосферные осадки, достигая 100 % на высоте 4000 м, формируют снежный покров, общим в распределении которого является наличие трех зон [Гуртова и др., 1960]. Каждой зоне соответствует определенный набор типов снежников: 1- зона неустойчивого снежного покрова (аккумулятивные, весенние в эрозионных ложбинах, впадинах на склонах, дне каньонов); 2- зона переменного снежного покрова (лавинные и навейные, весенне-летние и перелетки типа каровых, карнизных, наледниковых, подножия склонов, моренного рельефа и плоских водоразделов); 3- зона постоянного снежного покрова (лавинные и навейные, перелетывающие типа каровых, карнизных). Устойчивый снежный покров образуется в сентябре-декабре и разрушается на высотах до 1000 м в феврале-марте. Ветер и метели осуществляют интенсивное преотложение снега, который с одних участков сносится полностью, а на других откладывается многометровой толщиной, формируя навейные снежники.

«Локальные циркуляции» атмосферы (фены, долинные ветры) имеют важное значение для режима абляции снежников. По наблюдениям на снежнике вблизи Алибекского ледника, фены сопровождаются повышением температуры воздуха, вызывая интенсивное таяние снежников. Ледниковые ветры охлаждают пространства, окружающие ледники и снежники и образуют вокруг них пояс аazonально холодного климата и криофильной растительности (Мырды, София). Элементы климата в сочетании с рельефом наиболее четко проявляются по отношению к снежникам в виде орографической снеговой линии. Основным показателем высотного положения орографической снеговой линии являются снежники-перелетки, причем преимущественно лавинного происхождения. Переход крупных сезонных метелевых снежников (площадью более 20 тыс. м<sup>2</sup>) в снежники-перелетки менее зависит от метеорологических условий, а определяется обширностью области сноса снега. Так, например, снежник Летучая Мышь (северо-восточный склон хр. Абадзеш-Мурзикау) по наблюдениям за 1959, 1968-1070, 1977 и 1989-1999 гг. образовывался во все годы, но перелетком при этом он не был только в 1959, 1969, 1971, 1977 и 1994 гг., что связано с малым количеством атмосферных осадков за холодный период (52-83% от нормы) и повышенным температурным режимом за теплый период на 0,4-0,9 °С. В районах преобладания лавинных снежников изменение высоты орографической снеговой линии от года к году отмечается весьма значительное, достигая 500-600 м. В районах, где преобладают метелевые снежники изменение высоты орографической снеговой линии значительно меньше и не превышает 200-300 м (Лагонакское нагорье) [Панова, 1996].

В зависимости от характера растительности и ее влияния на распространение и режим снежников на Западном Кавказе выделяются следующие участки: с развитием древесной растительности; с развитием луговой и кустарниковой растительности; со слабым развитием не сплошного (разреженного) растительного покрова. Растительные ассоциации часто изменяются в результате воздействия лавин. Широколиственные и густые хвойные леса препятствуют сходу лавин, а низкотравные луга, наоборот, создают хорошую поверхность скольжения для снежных лавин. Леса затрудняют ветровое перераспределение снега и образование мощных снежных тел. В зоне субальпийских лугов получают распространение навейные снежники. Смена лесов и криволесий высокогорными лугами и пустошами сказывается в увеличении ветрового переноса снега, что в свою очередь выражается в усилении снегонакопления и питания снежников. Наиболее активно снежники участвуют в формировании рельефа альпийского и субнивального поясов по причине не полного покрытия субстрата растительностью. В распределении зависимости между растительностью и снежниками на территории Западного Кавказа можно выделить лишь общую тенденцию: количество снежников увеличивается с высотой и при переходе от лесного к субальпийскому и альпийскому поясам. Рубежом здесь является верхняя граница леса. Последняя повышается с запада на восток (долина р. Белой – 1950 м, р. Уллукам – 2460 м). Современное положение верхней границы леса понижено на 50-300 м за счет действия лавинных снежников и деятельности человека. Увеличение высот снежников-перелетков и верхней границы леса происходит неравномерно: наиболее значительно – у снежников-перелетков, а наименее – у верхней границы леса. Установлена довольно тесная зависимость между высотой верхней границы леса и нижним пределом навейных снежников:

$$y_1 = 1,332 H_n - 561,501$$

где  $H_n$  – высота нижнего предела навейных снежников,  $H_n$  – высота верхней границы леса, м.

Между высотным положением верхней границы леса и орографической снеговой линией также существует линейная зависимость [Панова, 1996]. Обе позволяют определить пределы распространения многолетних лавинных и навейных снежников в малоисследованных районах.

## **Глава 2. Особенности морфометрии и режима снежников**

Одно из последних определений снежника приведено в «Гляциологическом словаре» (1984). При составлении классификации снежников Западного Кавказа нами были взяты за основу генетическая и временная классификации Н.А. Солнцева [1949], применимые с некоторыми дополнениями и поправками. Геоморфологическая классификация в

большой степени оригинальна, поскольку для горных районов характерны разные формы рельефа (табл. 1).

Таблица 1

## Классификация снежников Западного Кавказа

Тип снежника		
морфологический	генетический	временной
-каровые	лавинные, навейные, аккумулятивные	весенние, летние, перелетки
-карнизные и надувы	навейные	весенние, летние, перелетки
<i>склоновые:</i> -подножия склонов -структурных склонов	лавинные, навейные, аккумулятивные	весенние, летние, перелетки
-дна каньонов и ущелий	лавинные	весенние, летние, перелетки
-перевалов	навейные	весенние, летние, перелетки
-карстового рельефа	аккумулятивные, навейные	весенние, летние, перелетки
-наледниковые	лавинные, навейные	весенние, летние, перелетки
-моренного рельефа	аккумулятивные, навейные	весенние, летние, перелетки
-террас и уступов	аккумулятивные, навейные	весенние, летние
-плоских водоразделов	навейные, аккумулятивные	весенние, летние
-эрозионных ложбин	аккумулятивные, навейные	весенние, летние

Особый интерес представляют навейные *склоновые снежники*. Образуются они в районах плосковершинных хребтов и небольших плато, с которых ветрами сносится снег в ниже расположенные долины рек. Встречаются они на передовых хребтах северного склона Западного Кавказа (плато Бермамыт) и особенно в его северо-западной части (к западу от меридиана г.Фишт). Они изучены нами в бассейне р.Белой, в районе Лагонакского нагорья. Здесь ежегодно отмечается несколько десятков снежников различной величины. Некоторые из них (Летучая Мышь, Благодатный) выбраны нами в качестве эталонных при проведении полустационарных и стационарных исследований с 1989 по 1999 гг.

Основное количество снежников Западного Кавказа относится к генетической категории лавинных и навейных. Лавины, формируя собственные отложения – снежники подножия склонов – часто принимают участие в формировании снежников других типов (структурных склонов, наледниковых, каровых). Морфологические типы снежников Западного Кавказа очень разнообразны. Их форма зависит от вмещающих их форм рельефа (снежники каровые обычно округлые, склоновые вытянуты в виде узкой полосы). Качественные временная, генетическая и геоморфологическая классификации имеют большое значение при рассмотрении рельефообразующей и геоэкологической роли снежников.

Морфометрические характеристики снежников – важные параметры, которые необходимо учитывать при оценке их таяния и геоморфологической деятельности. Размеры снежников Западного Кавказа различны и определяются в основном климатическими и анемоографическими условиями, а также вмещающими формами рельефа. Нан-

большие линейные размеры характерны для лавинных (длина до 2500-6000 м) и навешных (2000 м) снежников-перелетков, расположенных у подножия склонов и на дне долин. Каровые снежники, располагаясь шлейфом вдоль задней стенки кара, имеют небольшие размеры: площадь не превышает 0.1-0.2 км<sup>2</sup>, длина и ширина от 10 до 50 м. Снежники других морфологических типов имеют меньшие размеры. Наиболее мелкие – снежники карстовых воронок (1-10 м). Мода распределения количества снежников по площади ( $n/F_p$ , где  $F_p$  – интервал площади) приходится на интервал 100-1000 м<sup>2</sup>. Сделанные нами выборочные расчеты для бассейнов рек Курджипс, Цице, София показывают возрастание показателя компактности ( $P_c$ ) в ряду «снежники структурных склонов – ... – снежники плоских водоразделов – ... – снежники подножия склонов – ... – каровые снежники» от 0,15 до 0,87, т.е. при переходе от сложных к простым. Очевидна связь компактности с таянием. Так, для узких и длинных снежников ( $P_c$  стремится к нулю) губительным является эффект усиленного таяния по краям. Компактные снежники существуют более длительно – в конце теплого сезона на Западном Кавказе наблюдаемые снежники имеют в основном простые округлые формы. Изменение формы снежника в течение теплого сезона идет двумя путями: а) снежник увеличивает компактность, сокращая свою длину (Благодатный); б) делится на серию мелких компактных (Летучая Мышь). Показатель компактности снежников зависит от экспозиции. Уклон поверхности снежников, меняясь в широких пределах (5-70°), зависит в основном от уклона вмещающей формы рельефа и от экспозиции. Поперечные профили снежников Западного Кавказа, по нашим наблюдениям, изменяются также в зависимости от мощности и размеров снежных тел. Чем больше мощность и площадь – тем профиль более выпуклый, и наоборот. Площадь снежников обычно не превышает 0,1-0,3 км<sup>2</sup>, у большинства же она меньше 0,001 км<sup>2</sup>. Толщина их преимущественно составляет 3-10 м и только у отдельных (лавинных и метелевых), являющихся перелетками, 20 м и более. Линейные размеры изменяются в широких пределах: от нескольких метров до 2-6 км.

Классификация снежников по форме и компактности имеет значение при уточнении расчетов таяния снежников. Изменение формы снежников в течение теплого периода от сложных к простым позволяет установить ведущие типы снежников и средние величины параметра их формы для различных этапов снеготаяния. В дальнейшем это позволит вводить поправку в расчеты интенсивности снеготаяния, в том числе при аэровизуальных наблюдениях. Снежники Западного Кавказа по форме делятся на 2 группы. К первой относятся снежники округлой и овальной формы (каровые, карстовых воронок), ко второй – отличающиеся сложной конфигурацией, с большим показателем удлиненности и извилистости, и малым показателем компактности (эрозионных врезов, склоновые, подножия склонов). Каждому виду формы снежников соответствуют

определенные геоморфологические типы снежников. Существование связи форм снежников с их геоморфологической ролью позволяет составлять карты геоморфологического воздействия снежников для любых, особенно труднодоступных и слабоизученных районов.

Образовавшиеся в холодный период года снежники после схода снежного покрова начинают интенсивно таять. Поскольку многие из них имеют небольшие размеры, то поэтому большая их часть исчезает к июню (около 50%), меньшая часть (около 35%) - в августе - сентябре и только около 15% не стает до установления нового снежного покрова, т.е. является снежниками-перелетками. Таяние снежников начинается в марте на высотах 1000-2000 м н.у.м. и в апреле - мае - на высотах более 2000 м н.у.м.. Происходит оно неравномерно, достигая максимальных значений в конце июля, когда на Западном Кавказе отмечаются наиболее высокие температуры воздуха. Также более интенсивно происходит таяние снежников, расположенных на открытых местах, и менее интенсивно - на находящихся в узких затененных долинах или у задних стенок небольших каров. В дневное время таяние составляет 70-75% от суточного. Изменения величины таяния снежников наблюдаются и от года к году, в основном определяясь количеством атмосферных осадков и скоростью ветра за холодный период года. Запоздывание реакции снежника на изменение температуры воздуха (по наблюдениям на леднике и снежнике Хакель) позволяет говорить о подобии систем «ледник» и «снежник» [Папов, 1964]. Холодное ледяное ядро - характерная особенность снежников-перелетков, помогает им бороться с эффектом краевого таяния (Летучая Мышь).

Таяние снежников Западного Кавказа происходит по схеме: в составе снежного покрова - выделение снежника - уменьшение площади снежника - деление снежника на части - уменьшение площади отдельных частей, начинаясь в марте (1000-2000 м) и апреле - мае (выше 2000 м). Величина таяния зависит от характера облачности, выпадения атмосферных осадков, экспозиции и температуры воздуха. Расчет снеготаяния по температуре воздуха является актуальным, так как это единственный метеорологический элемент, который может быть установлен сравнительно точно для любого неизученного пункта, высотного пояса. В процессе таяния увеличивается плотность снежников за счет насыщения их талой водой. Слои стаявшего снега, приходящиеся на градус положительной средней суточной температуры воздуха изменяются в общем в узких пределах. Это позволяет принимать среднее значение стаяния снега на  $1^{\circ}$  в размере 7,2 мм. Вид льдообразования, обусловленный особенностями внутреннего строения и термического режима толщи снежников играет защитную роль при отрицательном балансе массы снежника. Изучение ледового ядра снежников имеет большие возможности для исследований экологического плана, тем более целесообразных в связи с загрязнением окружающей среды.

Снежники относятся к основным источникам поверхностного питания рек в теплый период. При наблюдении за снежником Хакель в бассейне Теберды летом 1963 г было установлено, что за весь период таяния со средней суточной температурой выше  $0^{\circ}$ , общий сток со снежника составил 10,5 м слоя воды или 847 000 м<sup>3</sup>. В среднем расход талой воды достигал 50 л/секунду, что является весьма заметным притоком к стоку сравнительно небольшой ледниковой реки Хакель. В результате таяния за весь теплый период суммарный сток со всех снежников в бассейне р.Гоначхир составил 12049 тыс. м<sup>3</sup> воды или 0,67 м<sup>3</sup>/сек [Панов, 1964].

Таяние снежников растягивается на весь теплый сезон, что снижает пик весеннего половодья, увеличивает величину паводка и общий годовой сток рек. Еще большую роль снежники играют в питании рек. По имеющимся данным для отдельных рек, доля их в стоке в средние по снежности годы составляет 10-15% от общего стока за год, увеличиваясь в многоснежные годы до 30-34% [Цомае и др., 1973]. По нашим предварительным подсчетам доля снежников в стоке р.Кубань равна 5% в средние по снежности годы. Таяние летних снежников в горах Западного Кавказа может вызывать паводок на Краснодарском водохранилище. В связи с этим увеличивается значение регулирования таяния и стока в нивально-гляциальном ярусе. Наблюдается прямая зависимость стока рек от таяния ледников, снежников и температуры воздуха.

Наиболее легко роль снежников в питании рек легко может быть установлена при использовании АФС. Трудоемкие съемки площадей снежников для установления их роли в питании рек возможно заменить трех- или четырехкратными аэрофотосъемками водосборов за период таяния снежников.

График хода среднесуточного стока р.Санчаро отражает запаздывание его реакции на изменение температуры воздуха и величины таяния ледника и снежника. Кривые таяния ледника и снежника имеют параллельную тенденцию к снижению величины к концу теплого сезона, что позволяет использовать данные, полученные на снежнике для моделирования колебаний климата: изменении внутригодового хода осадков и их величины, потеплении, похолодании и т.д.

### *Глава 3. Распространение снежников на Западном Кавказе*

Распределение снежников и созданных ими форм рельефа в значительной степени определяется составом и прочностью горных пород. В связи с этим оно контролируется четырьмя структурно-литологическими комплексами пород, слагающими основные орографические элементы региона. Каждому комплексу принадлежит определенный набор типов снежников, нивационных процессов и нивальных форм рельефа (табл. 2).

Распределение морфологических типов снежников по орографическим элементам в соответствии со структурно-литологическими комплексами пород на северном склоне Западного Кавказа

Орографические элементы и интервалы высот, где встречаются снежники, м н.у.м.	Структурно-литологические комплексы пород	Тип снежников	
		морфологический	временной
Главный и Боковой хребты 2500-4500	сильно устойчивые горные породы (базальты, граниты, гнейсы, кристаллические сланцы, мраморы)	каровые, карнизные и надувы, наледниковые, склоновые, моренного рельефа, подножия склонов	весенние, летние, перелетки
Лагонакское нагорье 1500-2200	устойчивые горные породы (доломиты, известняки крупнокристаллические, аргиллиты)	подножия склонов, склоновые, дна каньонов и ущелий, перевалов, плоских водоразделов, эрозионных ложбин, карстового рельефа	весенние, летние, перелетки
Скалистый хребет 800-1500		моренного рельефа, каровые, эрозионных врезов, дна каньонов и ущелий, перевалов, плоских водоразделов	весенние, летние, перелетки
Хребты Северо-Западного Кавказа, Песистый и Пастбищный 300-900	слабо устойчивые и неустойчивые горные породы (глинистые сланцы, мергели, глины, песчаники, четвертичные образования)	дны каньонов и ущелий, эрозионных ложбин	весенние

На Западном Кавказе снежники распространены повсеместно и во всех высотных зонах. По предварительным данным на середину июня на Западном Кавказе ежегодно отмечается несколько тысяч снежников разных размеров и генезиса. К концу же теплого периода их остается около 550, общей площадью 30-50 км<sup>2</sup>. Распределение их неравномерно вследствие исключительного разнообразия основных природных факторов, влияющих на их формирование (климат, рельеф, геологическое строение). На Главном хребте сосредоточено около 60 % снежников-перелетков, на Боковом 20 %, на Передовом 13,7 %, на Скалистом 6,3 %. Количество снежников уменьшается при переходе от северных экспозиций к южным. Повсеместно на северных склонах снежники располагаются на 300-500 м ниже, чем на южных, что связано в основном с различием в приходе солнечной радиации. Максимальным распространением характеризуются снежники следующих морфологических типов: каровые,

склоновые, подножия склонов. К редко встречающимся относятся: снежники перевалов и надувы. Неравномерность распределения снежников объясняется региональными особенностями климата и сочетанием локальных условий среды.

Продолжительность существования снежников определяется их размерами и степенью затененности. Рельеф, через абсолютную высоту, инсоляцию, альбедо, температуру, влажность и плотность снежной массы влияет на таяние снежников, что определяет возможность и длительность их существования на данной территории. Из снежников с неблагоприятной экспозицией могут уцелеть лишь очень пологие, так как они менее подвержены действию солнечных лучей, при «плохой» экспозиции снежник выживает, если имеет компактную форму. Устойчивое существование снежников ниже климатической снеговой границы связано с наличием автоматического регулирования аккумуляцией и абляцией [Глазырин, 1993]. Данные механизмы выражены хорошо на снежниках Западного Кавказа. Так, в неблагоприятный 1991 год снежник Летучая Мышь сократился до  $0,025 \times 10^3 \text{ м}^2$ , но полностью не стаял. На снежнике осталось более 1 м фирна и льда. Это холодное многолетнее ядро тоже способствует живучести снежника. Поэтому немалую роль в обеспечении его устойчивости играют структурные особенности снежной толщи. Современные снежники-перелетки при изменении климатических условий в благоприятную для их существования сторону могут превратиться в небольшие ледники. Так, например, на западном склоне перевала Халега, показанный на карте 1946 года, сравнительно небольшой ледник отсутствовал в 1964-1972 годах, а в 1973 году на его месте образовался снежник-перелеток, сохранившийся, по крайней мере до 1990 года ежегодно. В 1990 г. можно с уверенностью считать его малым ледником (площадь около  $0,03 \text{ км}^2$ ) [Панов, 1993].

#### *Глава 4. Особенности нивальных отложений на Западном Кавказе*

С целью получения информации о вещественном составе и особенностях накопления нивальных отложений использовался литолого-минералогический анализ. Изучались рыхлые отложения, расположенные у края навесных снежников Благодатный и Летучая Мышь в верховьях р. Курджипс (Лагонакское нагорье). В нивальном мелкоземе преобладают (90 %) уплощенные и уплощенно-удлиненные обломки. Доля обломков, имевших значительное уплощение ( $c/b < 0,5$ ) составила около 70 %; изометричных – 2,5-5,7 %, а стержневидных – 5,7-7,5 %. В отложениях нивальных валов эти соотношения сохраняются. Одну и ту же степень уплощенности и удлинения имеют обломки разной формы, причем наблюдаются взаимные переходы одних в другие. В общем случае в нивальном мелкоземе преобладают уплощенные обломки с двумя субпараллельными гранями, причем боковые грани бывают осложнены

сколами. Обломки чешуйчатой формы напоминают отделившиеся десквамационные корочки. Содержание их обычно увеличивается только в мелких гранулометрических фракциях. Довольно часто встречаются многогранники: пирамидо- и трапециевидные обломки. Для них характерны острые ребра, углы в узлах пересечения ребер, искривленные грани. Они образуются в результате растрескивания уплощенных обломков. Доля слабоокругленных обломков с выветрелой ямчатой поверхностью и сглаженными ребрами и гранями в отложениях у края снежников невелика, но увеличивается в суглинках, слагающих нивальные валы. Наблюдения над поверхностью обломков оказались наиболее продуктивными: они позволяют получить информацию о нивационном механизме их образования, что может быть использовано в качестве индикаторных признаков при исследовании разрезов более древних отложений. Очевидно, что неизмененные обломки со свежими и серповидными сколами, резкими гранями и углами образуются в процессе температурного (в т.ч. криогенного) выветривания и элювиообразования. Обломки, покрытые железистыми и глинистыми пленками – свидетельства преобразования процессами гипергенеза. Обломки с шероховатой и неровной поверхностью подчеркивают наличие избирательного выветривания породы. Наличие обломков с «закарстованной» поверхностью объясняется первичным выщелачиванием известняков в районе распространения снежников. Таяние лишь усиливает карстовые процессы. Кроме того, на поверхности обломков и в углублениях наблюдается скопление глинистого вещества – свидетельство частого промерзания-протаивания осадков.

Нивальный мелкозем может быть образован как криогенным материалом, так и отложениями другого генезиса, прошедшими впоследствии обработку в криогенных условиях. У нивальных отложений отсутствует слоистость, но фиксируется зональность в разрезе, связанная с деятельностью многообразных склоновых процессов, а также со сменой палеоклиматических обстановок. Большая мощность гряд (1-7 м), образованных с участием нивальных процессов, и изменения в диагенезе слагающих их отложений говорит о сложной истории их формирования. Это необходимо учитывать как при палеогеографических реконструкциях, так и при классификации форм нивального морфолитогенеза.

### *Глава 5. Снежники как ландшафтоформирующий фактор геосистемы Западного Кавказа*

Снежник является главным действующим агентом процесса нивации. Более того, механизм нивации зависит от типа снежника, который во многом определяет развитие нивального морфолитогенеза, что приводит к образованию разнообразных форм рельефа. Накопленный к настоящему времени материал позволяет представить развитие нивационного процесса в следующем виде: условия - факторы - способы накопления и длительность существования снежников - типы снежников - ни-

вальные процессы - механизмы формирования нивальных форм рельефа - нивальные формы рельефа («Схема образования нивальных форм рельефа»). К факторам мы относим оледенение, атмосферные осадки, температурный и влажностный режим грунтов, температуру воздуха, физические свойства снега, ветер, состав и трещиноватость горных пород, морфологические особенности территории. Процессы представлены аккумуляцией (солифлюкция, течение и оплывание грунтов, перераспределение обломков на поверхности снежника, лавинные) и денудацией (выветривание, суффозия, смыл, эрозия, сползание снежника, коррозия, лавинные). Изменение условий на данной территории приводит к значительному изменению набора и количества типов снежников, интенсивности нивальных процессов и степени участия отдельных механизмов в образовании нивальных форм рельефа. Факторы объединены между собой, наблюдается их взаимодействие. Наиболее четко парагенетические связи проявляются между элементами климата (температурой воздуха, осадками, ветром), морфолитологическими факторами и геоморфологическими процессами. Посредством механизмов (сток талых вод, термомеханические напряжения, фильтрация, механический перенос материала снежником, перенасыщение грунта водой и др.) снежник активизирует одновременно процессы деструкции и аккумуляции обломочного материала. К формам нивальной экзарации, встречающимся на Западном Кавказе, мы относим нивальные ниши и кары, уступы, эрозионно-нивные овраги, нивальные склоны, суффозионно-нивные воронки, карстово-нивные полости. Эрозионно-нивные врезы на территории Западного Кавказа имеют форму узких вытянутых линейных понижений. Длина их составляет 30-500 м, ширина 5-40 м. При длительном воздействии снежника они приобретают ваннообразную форму в поперечном профиле (Лагонакское нагорье, плато Бермамыт, плато Агур). Наличие первичных выемок (ниш, врезов, западин) в рельефе не обязательно для развития активной нивации. Это подтверждают примеры аккумулятивных снежников, способных перемещаться. Первый был зафиксирован в Архызе (долина р. София), второй в Кавказском государственном биосферном заповеднике (р.Имеретинка - приток р.Закан). В этом случае формируется нивальный склон.

Нивальные ниши представляют собой формы, внешне сходные с ледниковыми карами, но выработанные только с участием снега. Наиболее характерный пример - ниши, расположенные на северных и северо-восточных склонах хр.Абадзеш-Мурзикау. Они могут иметь разнообразную форму: в виде усеченной воронки с плоской площадкой у нижнего края, имеющая длину 55 м, высоту задней стенки 15 м (истоки первого левого притока реки Куджипс); в форме чаши (правый борт р. Безымянка, приток р. Мал. Лабы).

В местах распространения рыхлых грунтов и карстующихся пород (Северо-Западный Кавказ, Лагонакское нагорье) снежники вызы-



вают процессы вымывания и проседания. Образуются суффозионно-нивальные и карстово-нивальные воронки и полости.

К особому виду воздействия снежников на рельеф относится деятельность лавин. Они формируют лавинные лотки и борозды, нивелируют поверхность склонов. В верхней части лотков обычно расположены снегосборные воронки. На Западном Кавказе борозды и лотки имеют длину 20-500 м и глубину 0,5-10 м. Снежные лавины, падающие с крутых склонов, способны активно эродировать подстилающее ложе и выбрасывать (переоткладывать) рыхлый материал. Конечным продуктом подобного воздействия являются: ямы лавинного выбивания, лавинные валы, ямы лавинного выбивания в пределах акватории озерных водоемов (озера Малое и Ачипста в бассейне р. Мал. Лабы, Туманлыкель в бассейне р. Теберды, Бездонное в бассейне р. Бол. Лабы). Ямы выбивания, как правило, располагаются у подножья крутых склонов долин, цирков и каров. Размеры этих углублений от 200 до 70000 м<sup>2</sup> при глубине от 3 до 25 м.

Таким образом, нивация проявляется в первичных неровностях рельефа. На ровном склоне нивация действует равномерно и ее результат менее очевиден. Формами, созданными тальми снежными водами, являются: эрозионно-нивальные врезы, суффозионно-нивальные и карстово-нивальные воронки.

Аккумулятивные нивальные формы на Западном Кавказе возникают в результате ударной лавинной деятельности и последующего переноса рыхлого материала, либо с участием талых вод снежника. При преобладании процессов солифлюкции образуются натёки, конусы, бугристые формы и валы, напоминающие морены. Нивально-солифлюкционный вал был отмечен нами на северо-восточном склоне урочища Мурзикау (Лагонакское нагорье) на высоте 1850 м н.у.м. Талые воды снежника переувлажнили здесь горную почву и рыхлые отложения, которые под действием силы тяжести сместились вниз, образовав вал-террасу высотой 1-3 м, длиной 15 м. Наиболее крупным является нивальный вал у нижнего края снежника Летучая Мышь. Он имеет вид дуги, выгнутой вниз по склону. Его высота 2-5 м, длина 50 м. На контакте снег (фирн) – грунт вдоль нижней границы снежников находятся скопления нивального мелкозема в виде шлейфа мощностью от 0,5 до 10 см. Такой однородный по составу шлейф образуется в результате сортировки материала, попадающего на снежник при фильтрации талых вод сквозь толщу снега.

Лавинные конусы выноса имеют удлиненную форму и в плане форму лепестка. Их поперечный профиль имеет форму насыпи со слабо-выпуклой средней частью и относительно крутыми (до 15-20°) краевыми участками. Продольный профиль – вогнутый с наклоном от 30° на верхних участках до 5-10° на нижних участках при средней крутизне 15-20°. Лавинные валы возникают при выбрасывании (переотложении) рыхлого

материала падающими лавинами. Лавинные валы всегда оконтуривают ямы выбивания, имеют серповидную форму и высоту 1-10 м. Внутренний склон вала круто обрывается к яме выбивания, а внешний имеет крутизну 10-15°. Сложены они песчано-гравийным и глыбовым материалом [Ефремов, Панов, 1988]. На Западном Кавказе лавинные валы можно наблюдать у озер, расположенных в ямах выбивания: Туманлыкель, Юхское, Гуманоидов, Каракель).

Характер нивальной формы зависит от типа снежника. Так, каровые и наледниковые снежники могут срезать задние стенки каров и скального обрамления ледника, что приводит либо к их отступанию и образованию перевальной седловины, либо (при отсутствии удаления материала) к заполнению кара обломками пород; карнизные снежники, аккумулируя снег для лавин, формируют лавинные снегосборы; склоновые снежники разрушают склоны хребтов и вершин, образуя углубления в менее стойких породах или местах сильной трещиноватости, а также лавинные лотки. В распределении нивальных форм на Западном Кавказе выделяется три пояса: 1- нивально-гляциальный пояс – самый высокий на Западном Кавказе, лежит выше орографической снеговой линии и нижних концов ледников. Он протянулся от горы Фишт на северо-западе до горы Эльбрус на юго-востоке. Ширина его 10-30 км. Для этого пояса характерны следующие нивальные формы: нивальные склоны, каменные мостовые, лавинные борозды и лотки; 2 - перигляциальный пояс расположен ниже современной орографической снеговой линии и распространяется вниз до уровня конечных морен древнего оледенения. Для него характерны суффозионно-ниральные и карстово-ниральные воронки, нивальные ниши и кары, лавинные борозды и лотки, лавинные конусы, лавинные валы, каменные мостовые, нивальные склоны, ямы выбивания, нивальные валы, шлейфы нивального мелкозема; 3 - эрозионно-денудационный пояс располагается ниже конечных морен древнего оледенения в диапазоне высот 300-2000 м. Это средне- и низкогорная территория северного склона Западного Кавказа. Нивальные процессы здесь протекают в основном под действием талых вод, в результате чего возникают эрозионно-ниральные врезы, террасы оплывания, суффозионно-ниральные и карстово-ниральные воронки.

Снежники можно отнести к ландшафтоформирующим факторам геосистем. Они составляют одновременно свойство поверхности, являются формой поверхности и в то же время влияют на поверхность, изменяя ее. Кроме того, снежники влияют на гидрологический компонент среды, являясь производной функцией климата и рельефа. Наиболее ярко их влияние проявляется в образовании «околоснежниковых» урочищ. Так, снежник Благодатный способствовал образованию нивальной ниши, нивального вала и шлейфа нивального мелкозема. Три снежных языка, спускающиеся вниз от основного тела снежника, занимают эрозионно-

нивальные врезы. В месте соединения снежных языков расположен делювиальный конус выноса.

Талые воды образуют здесь временные и постоянные водотоки, являющиеся истоками р. Курджиц. Некоторые из них поступают в карстовые воронки в 10-50 м ниже снежника. Вдоль границы снежника наблюдается заболачивание отдельных горизонтальных участков с образованием торфяника. Большое количество талых вод вызывает размокание и оплывание почв и грунтов. Талые воды вызывают химическое выветривание и растворение горных пород. Под воздействием физического и химического выветривания горные породы разрыхляются, рыхлые частицы выносятся тальми водами. Раствор разрыхленных частиц фильтруется сквозь тело снежника и аккумулируется в виде шлейфа нивального мелкозема. Ниже снежника из снесенного материала образовался нивально-делювиальный конус выноса. В результате под воздействием снежника сформировался геоконплекс, близкий к субнивальному. Он представлен обнаженным субстратом с растительностью, приспособленной к короткому вегетационному периоду и устойчивой к механическим повреждениям. Влияние снежника сказывается также в значительном запаздывании фенофаз растительности.

Деятельность снежников, как и характер снежности, зависит от динамических изменений климата [Тушинский, 1968, 1973]. Вековую ритмику в интенсивности нивации на Западном Кавказе в некоторой степени подтверждают результаты литолого-минералогического анализа рыхлых отложений нивального вала снежника Благодатный. Как сказано выше (глава 4, раздел 3), зональность в разрезе нивальных валов может быть результатом смены эпох повышенной увлажненности и потепления холодными эпохами. В периоды отложения криогенных слоев выше вала существовал снежник, а в теплые и влажные периоды воздействие снежника было кратковременным, либо прерывалось.

К особому типу воздействия на геосистемы относится деятельность лавинных снежников: перенос обломочного материала с высоких уровней гор на более низкие; резкие контрасты в запаздывании фенофаз растительности; эффект пятнистости в распространении растений; "лавиные прочесы".

Многолетние снежники могут служить показателями интенсивности дефляции в зимнее время. Механические примеси в зимних слоях этих снежников могут свидетельствовать об аккумуляции почвенного мелкозема. Нарушая поверхность территорий, окружающих снежники, человек увеличивает количество дефляционного материала, который, попадая на поверхность снежных и ледниковых масс увеличивает интенсивность их таяния. Человек увеличил количество лавин в средне- и высокогорной зоне, то есть увеличил площадь воздействия лавинных снежников на рельеф (Архыз, Апшеронский район Краснодарского края).

Морфология и структура нивальной системы характеризуется числом и свойствами составляющих ее элементов и закономерностями распределения их в пространстве. Поэтому при каталогизации и составлении банка данных по нивальным объектам и явлениям необходимо учитывать следующие параметры: площадь снежников, распределение по высотным зонам, бассейнам и орографическим элементам, распределение по ориентации, концентрация снежников (площадь и число снежников, приходящихся на единицу площади территории или на единицу протяженности орографического элемента), форма и связанный с ней показатель компактности снежников, абсолютная высота расположения снежника, крутизна поверхности снежника; тип формы рельефа, которую занимает снежник.

Богатые возможности для исследований палеоэкологического плана открывает изучение снежно-ледового керна [Глазырин, 1993]. Очевидно, что исследования должны проводиться в двух направлениях: 1 - детальное изучение моделей эталонных снежников; 2 - изучение совокупности снежников, их распределение по территории и взаимосвязи с другими компонентами природной среды.

### ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Климат и рельеф северного склона Западного Кавказа благоприятен для образования снежников. Количество снежников увеличивается с запада на восток по мере приближения к Главному хребту, находясь в зависимости от количества атмосферных осадков в холодный период года и температуры воздуха. Ветровое перераспределение снега имеет основное формирующее значение при образовании навесных снежников. Лавинные снежники расположены ниже, а навесные выше верхней границы леса. Выявленная линейная зависимость между высотным положением верхней границы леса и нижнего предела навесных снежников-перелетков позволяет рассчитывать высоту последних в малоизученных районах.

2. Генетически основная масса снежников Западного Кавказа относится к категории лавинных и навесных. По временному признаку выделяются весенние, летние и перелетывающие снежники. Наиболее долго существуют снежники-перелетки: каровые, карнизные и надувы, склоновые, подножия склонов, дна каньонов и перевалов. Морфологические типы снежников Западного Кавказа очень разнообразны. Их форма зависит от вмещающих их форм рельефа. Существующие классификации снежников пригодны в качестве основы для создания банка данных по нивальным объектам и явлениям.

3. Величина таяния снежников зависит от характера облачности, выпадения атмосферных осадков, экспозиции и температуры воздуха. Вид льдообразования, обусловленный особенностями внутреннего строения и термического режима толщи снежников играет защитную

роль при отрицательном балансе массы снежника. В критических условиях снежник может уцелеть, если имеет или может приобрести соответствующие уклон и форму. На северном склоне Западного Кавказа авторегулирование размеров снежников также происходит под действием механизмов накопления, абляции и перекрытия мореной.

4. Снежники относятся к основным источникам поверхностного питания рек в теплый период. При этом большое значение имеет форма снежника, выражаемая в виде показателя компактности.

5. Распределение снежников и созданных ими форм рельефа в определенной степени определяются составом и прочностью горных пород. Неравномерность распределения снежников по территории Западного Кавказа объясняется региональными особенностями климата и сочетанием локальных условий среды. Наибольшее разнообразие морфологических типов снежников приурочено к перигляциальному морфоскульптурному поясу. Максимальным распространением характеризуются снежники следующих морфологических типов: каровые, склоновые, подножия склонов. К редко встречающимся относятся: снежники перевалов и надувы.

6. Изучение нивальных толщ может раскрыть историю их формирования и изменения интенсивности нивации, что позволит установить палеогеографические обстановки. Полученные качественные и количественные характеристики нивальных отложений на региональном уровне могут быть использованы при построении различных геоморфологических карт.

7. Нивация на Западном Кавказе выражается во взаимодействии комплекса процессов термического напряжения горных пород, флювиальных и лавинных. Нивация направлена как на деструкцию, так и на аккумуляцию обломочного материала. Выделено три пояса нивальных форм: нивально-гляциальный, перигляциальный и эрозионно-денудационный.

8. Исследование снежников как малых форм оледенения важно вследствие их распространенности и той большой роли, которую они играют в горных геосистемах. Изучение снежников дает интересные результаты, при этом получение высокоточных исходных данных связано с неизмеримо меньшими трудозатратами, чем на леднике.

9. В связи с тем, что снежники чутко реагируют на изменения климата, нивальный экзоморфогенез может служить показателем состояния экологической обстановки региона. При проектировании крупных сооружений (горнолыжных трасс), способных изменить рельеф, растительность и даже климат отдельных горных районов, целесообразно прежде всего дать предварительную оценку возможного изменения кода и интенсивности нивации.

10. К числу нерешенных проблем в изучении снежников кроме геоморфологических относятся и такие комплексные задачи, как поиск

гляциоклиматических показателей в дополнение к высотам фирновой и приведенной фирновой границ. Важным является также описание эволюции всей гаммы гляциальных объектов в комплексе - от снега и мерзлоты до ледников и лавин - в их взаимодействии; моделирование изменений всего природного высокогорного комплекса с учетом влияния снега на экосистемы.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Проблемы изучения и использования снежников Западного Кавказа // Тез. докл. 4-ой Северо-Кавказской региональной межвузовской конференции. Владикавказ. 1991. С. 3-4. (в соавторстве с Ю.В. Ефремовым).
2. Снежниковые системы Лагонакского нагорья // Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов Северного Кавказа. Владикавказ. 1992. С.80-81. (в соавторстве с Ю.В. Ефремовым).
3. Экологические проблемы нивально-гляциального пояса // Сб. тез. докл. 9-ой Северо-Кавказской региональной конференции. Владикавказ. 1996. С. 35-38.
4. Снежники Западного Кавказа // География Краснодарского края: антропогенные воздействия на окружающую среду. Краснодар. 1996. С. 115-124. (в соавторстве с С.В. Пановой и Ю.В. Ефремовым).
5. Снежники Западного Кавказа // Материалы гляциологических исследований. 1998. Вып. 84. С. 95-99. (в соавторстве с С.В. Пановой и Ю.В. Ефремовым).
6. Геоморфологическая и экологическая роль снежников в формировании ландшафтов высокогорья (на примере Западного Кавказа) // Вестник КРОРГО. Краснодар. 1998. Вып.1. С. 79-87.
7. Роль снежников в формировании рельефа Западного Кавказа // Сб. тез. докл. Международного совещания «Геоморфология гор и равнин: взаимосвязи и взаимодействие». Краснодар: КубГУ. 1998. С. 261-263. (в соавторстве с Э.Г. Ананьевой).
8. Геоэкологические последствия опасных природных явлений // Эколого-географический вестник юга России. 2000. Вып. 1. Ростов-н/Д. С. 59-65. (в соавторстве с Ю.В. Ефремовым).
9. Нивальные отложения и их роль в формировании микроформ рельефа // Вестник КРОРГО. 2000. Вып. 2. Краснодар. (печатается).
10. Морфолитоологические условия нивации и нивальной аккумуляции (Западный Кавказ) // Эколого-географический вестник юга России. 2000. Вып. 2. Ростов-н/Д. (печатается).

