НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
КРИОСФЕРА ЗЕМЛИ

Криосфера Земли, 2010, т. XIV, № 4, с. 80–88 **http://www.izdatgeo.ru**

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ И ЛЕДНИКИ

УДК 911.2:551.48+911.3:62

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ И ПОЛОЖЕНИЕ ОРОГРАФИЧЕСКОЙ СНЕГОВОЙ ЛИНИИ В ДОЛИНЕ РЕКИ МЗЫМТА (ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ) В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

А.Н. Вивчар

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический ф-т, 119991, Москва, Ленинские горы, Россия, anton_vivchar@mail.ru

Исследованы особенности снегонакопления в период 2003–2009 гг. на территории долины реки Мзымта (Западный Кавказ) и Кавказского государственного природного биосферного заповедника. Выявлены закономерности распределения снега и образования снежных лавин, установлено современное положение орографической снеговой линии на отдельных участках рассматриваемой территории.

Снежный покров, лавины, снежники, изменчивость, орографическая снеговая линия, Западный Кавказ, Красная Поляна

THE SNOW COVER AND LOCATION OF OROGRAPHIC SNOWLINE IN THE MZYMTA RIVER VALLEY (WESTERN CAUCASUS) UNDER THE CONTEMPORARY CLIMATE CHANGES

A.N. Vivchar

Lomonosov Moscow State University, Department of Geography, 119991, Moscow, Leninskie Gory, Russia, anton_vivchar@mail.ru

The researches of the snow accumulation peculiarities during the period 2003–2009 in the Mzymta river valley (Western Caucasus) and Caucasian State Nature Biosphere Reserve have been carried out. The regularities of snow distribution and formation of snowslides have been found out. The position of orographic snowline on separate sites of the investigated territory has been determined.

Snow cover, avalanche, unsteadiness, orographical snow line, the West Caucasus, Krasnaya Polyana

ВВЕДЕНИЕ

Долина реки Мзымта, во многом благодаря избранию г. Сочи местом проведения Олимпийских игр 2014 г., привлекла внимание российской и международной общественности как перспективный район для рекреационного освоения, в том числе строительства горнолыжных комплексов. С учетом требований обеспечения полноценной безопасности при строительстве и эксплуатации олимпийских сооружений, а также объектов рекреационной деятельности возрастает актуальность исследования стихийно-разрушительных процессов на данной территории. В частности, в высоко- и среднегорной зонах необходимо изучение снеголавинного режима.

Цель настоящей работы состоит в выявлении изменений в распространении снежного покрова и положении орографической снеговой линии в связи с наблюдаемыми изменениями климатических условий на территории Западного Кавказа и в установлении соответствия этих изменений динамике лавинной активности. Поставлен ряд задач:

– установление тенденций изменений климата по району наблюдений;

– исследование особенностей формирования снежного покрова в зимний период;

– изучение снежников разного генезиса в летнее время для определения положения орографической снеговой линии на склонах разной экспозиции и крутизны.

Особенности снегонакопления, пространственные и временные аспекты распределения снежного покрова в виде снежников по территории изучались автором в течение 2003–2009 гг. В летний период главными объектами изучения стали сезонные и многолетние снежники на территории долины р. Мзымта и на сопредельных

© А.Н. Вивчар, 2010

территориях, в том числе в смежных долинах (рек Уруштен, Малая Лаба, Белая). В ходе зимних полевых работ в 2007 и 2008 гг. в Красной Поляне были осуществлены снегомерные съемки на участках детальных снеголавинных наблюдений, дано описание стратиграфии снежной толщи и выявлены особенности существования и изменчивости снежного покрова на различных высотных уровнях. Были учтены также результаты исследования снежников региона другими авторами [*Сулаквелидзе и др., 1960; Тушинский, 1963; Тушинский и др., 1974; Глушкова, 2000; Животов, 2002; Олейников, 2010*].

В рамках летних полевых работ особое внимание уделялось изучению снежников. На разных участках долины р. Мзымта были изучены, описаны и нанесены на карту снежники различных типов, а также определен нижний предел их распространения в конце периода абляции (август–сентябрь). Кроме того, на некоторых снежниках были проведены шурфовочные работы по определению стратиграфии снежной толщи и длительности залегания снежников (многолетние, перелетовывающие, сезонные).

В результате исследования сформулирован ряд выводов о современном положении орографической снеговой линии в рассматриваемом районе.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Наблюдения за стратиграфией снежной толщи велись по традиционной методике* [*Трошкина, 1992*]. Для этой цели было выбрано несколько шурфовочных площадок на северном склоне хр. Аибга и южном склоне хр. Псекахо. Основными критериями для выбора послужили высотная поясность (разные абсолютные высоты) и экспозиция склонов. Наблюдения за физико-механическими свойствами снега проводились в сроки шурфования и изучения стратиграфии. Комплект приборов включал стандартный набор, используемый при проведении исследований снежной толщи.

Наблюдения за снежным покровом включали маршрутные снегомерные съемки, которые также осуществлялись по стандартной методике, применяемой гляциологами.

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Согласно климатической классификации, долина р. Мзымта относится к субтропической черноморской области с избыточным характером увлажнения. Здесь преобладают процессы западной и юго-западной циркуляции атмосферы в системах атлантических средиземноморских и черноморских циклонов. Количество осадков увеличивается с северо-запада на юго-восток, а также с ростом абсолютной высоты местности. Количество осадков, выпадающих в северо-западной части черноморской области, составляет 1000 мм в год, в юго-восточных районах на побережье и у подножия склонов оно возрастает до 1500–2000 мм и, наконец, в горах достигает 3800 мм. В годовом ходе метеоэлементов характерной чертой субтропического климата является зимний максимум осадков, в отличие от других горных районов Большого Кавказа, где он отмечается в летние месяцы. В исследуемом районе среднее многолетнее количество осадков холодного периода на высоте 1880 м составляет 2159 мм, что в 5–7 раз превышает эту величину для Домбая и Приэльбрусья [*Справочник..., 1968*].

В долине р. Мзымта регулярные метеонаблюдения проводятся специалистами начиная с 1921 г., когда в пос. Красная Поляна была открыта первая метеостанция (м/с). Ранее велись лишь сезонные наблюдения единичными исследователями. В 1930–1940-х гг. были начаты работы на метеостанциях “Гузерипль” и “Ачишхо” на высоте 1880 м. В 1985 г. выполнены первые наблюдения за температурой, осадками, давлением и толщиной снежного покрова на метеостанциях “Лаура” (870 м) и “Джуга” (2014 м), расположенных на территории Кавказского заповедника. С 2002 г. относительно регулярные наблюдения производятся на м/с “Аибга” (2238 м). Анализ метеорологической информации по трем основным метеопараметрам (температуре воздуха $T_в$, осадкам и снежному покрову) указывает на значительные изменения их за последние два десятилетия в сторону увеличения $T_в$ и количества осадков и уменьшения снежности зим [*Олейников, 2010*]. На величину трендов изменений большое влияние оказывают ороклиматические условия, в частности экспозиция склонов и абсолютная высота. Более четко положительные тенденции изменений $T_в$ выражены на склонах южной экспозиции в зоне высокогорья. Они составляют до 3–4 °С за последние 20 лет.

Внутригодовое распределение месячных норм $T_в$ для южного и северного склонов Главного Кавказского хребта имеет изохронный характер. Разность среднесезонных температур обусловлена географическим и высотным положением пунктов наблюдений. При положении на приблизительно одном высотном уровне (м/с “Красная Поляна” – 560 м, “Гузерипль” – 668 м) превышение $T_в$ на южном склоне в весенне-летние месяцы составляет

* Руководство по снеголавинным работам. РД 52.37.6131-2000. Приказ Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды от 22 марта 2001 г.

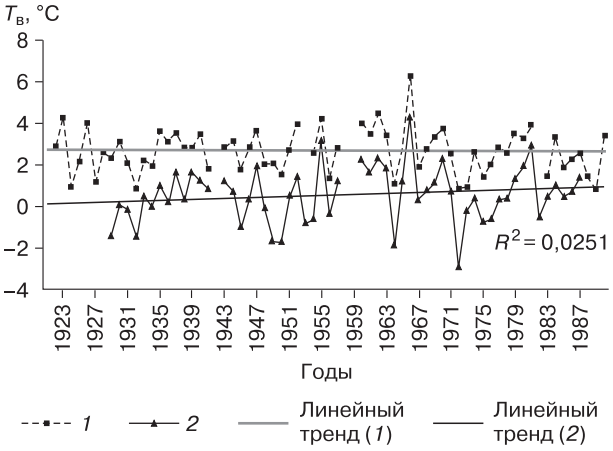

Рис. 1. Изменчивость среднегодовых температур за период инструментальных наблюдений по метеостанциям “Красная Поляна” (*1*) и “Гузерипль” (*2*).

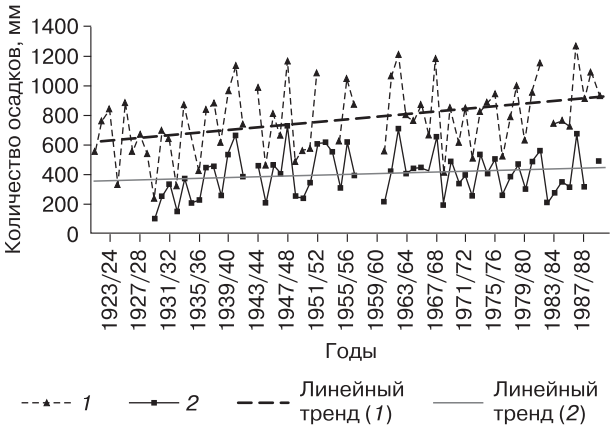

Рис. 2. Изменчивость осадков зимнего сезона за период инструментальных наблюдений по метеостанциям “Красная Поляна” (*1*) и “Гузерипль” (*2*).

1,3–1,8 °С, в зимние – 2,1–2,4 °С. Метеостанции “Красная Поляна” на южном макросклоне и “Гузерипль” на северном макросклоне находятся на низких высотных отметках. Зимний период ($T_в$ < 0 °С), по данным этих метеостанций, ограничивается четырьмя месяцами (ноябрь, декабрь, январь и февраль). По м/с “Красная Поляна” среднезимние температуры на 2,5 °С выше, чем по м/с “Гузерипль”. Если в XX в. для м/с “Гузерипль” наблюдался тренд повышения $T_в$, то для м/с “Красная Поляна” коэффициент линейного тренда $T_в$ близок к нулю (рис. 1).

Распределение осадков в еще большей мере зависит от экспозиции макросклона. Годовая норма выпадающих осадков на северном макросклоне (м/с “Гузерипль”) на 745 мм меньше, чем на южном (м/с “Красная Поляна”). Разница в слое выпадения осадков в летние месяцы составляет 24–53 мм, увеличиваясь до 70–112 мм в октябре–марте (рис. 2).

Общая тенденция изменения количества осадков за весь период наблюдений по м/с “Красная Поляна” положительная (около 250 мм). По м/с “Гузерипль” зафиксировано незначительное отрицательное отклонение средних значений выпадающих осадков (около 50 мм).

Оценивая динамику количества выпадающих осадков за период наблюдений по метеостанциям “Красная Поляна” и “Гузерипль”, можно отметить не только несовпадение тенденций изменения этих величин, но и разную их направленность. По-видимому, на м/с “Красная Поляна”, находящейся на южном макросклоне и принимающей большую долю осадков на себя, даже в периоды максимумального выпадения осадков фиксируются значительно большие отклонения от норм, чем на м/с “Гузерипль”.

Закономерности выпадения осадков зимнего периода практически полностью совпадают с общегодовым ходом. Исключение составляют некоторые периоды по м/с “Гузерипль”. В холодный сезон (с ноября по февраль) в среднем выпадает примерно треть осадков от годового количества. Однако в отдельные годы эта тенденция нарушается.

По более восточному району тенденции изменений $T_в$ за период наблюдений меняются. Основные тенденции рассмотрены для метеостанций “Джуга” (северный макросклон) и “Лаура” (южный макросклон).

На южном макросклоне Кавказа $T_в$ на 6 °С выше, чем на северном. При этом большинство экстремумов величины $T_в$ совпадают. Коэффициенты линейных трендов по обеим станциям имеют положительные значения. За период с 1986 по 2009 г. температура воздуха по данным м/с “Джуга” изменилась на 1,2 °С, а по м/с “Лаура” – на 1,4 °С (рис. 3).

Для м/с “Лаура” характерен отрицательный тренд количества выпадающих осадков. Общий отрицательный тренд за период наблюдений составил более 200 мм. Обратная ситуация на м/с “Джуга”. Здесь положительный тренд количества выпадающих осадков за этот период составил около 100 мм (рис. 4).

Район Красной Поляны характеризуется частой повторяемостью аномально снежных зим – зим избыточного снегонакопления. Согласно статистике, зимы этого типа наблюдаются 1 раз в 10 лет. Максимальная декадная толщина снега достигает отметок 111–172 см при рекордных суточных максимумах 350–450 см (по опросным данным).

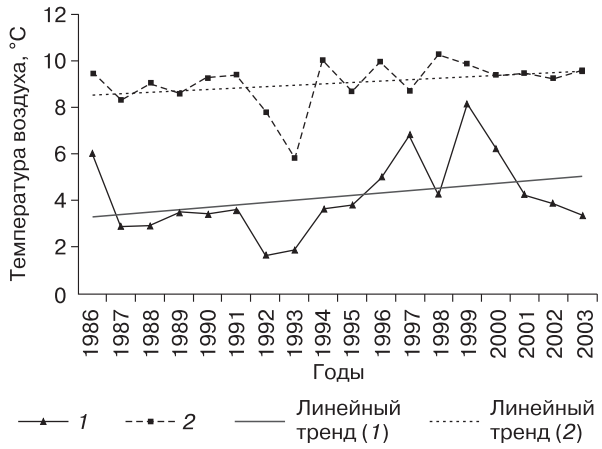

Рис. 3. Изменчивость среднегодовых температур за период инструментальных наблюдений по метеостанциям "Джуга" (*1*) и "Лаура" (*2*).

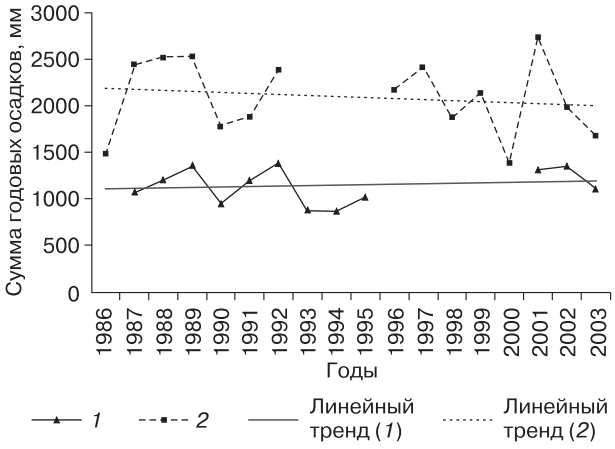

Рис. 4. Изменчивость осадков зимнего сезона за период инструментальных наблюдений по метеостанциям "Джуга" (*1*) и "Лаура" (*2*).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Снежники как индикатор положения орографической снеговой линии

Орографическая снеговая линия – граница распространения постоянных снежников [*Гляциологический словарь, 1984*]. Ее положение зависит от орографических особенностей, которые влияют на метелевый перенос, лавинную активность, затененность склонов от воздействия солнца.

Снежинки представляют собой скопления снега, отложившегося за холодный период года в отрицательных формах рельефа и затененных местах, а также в зонах избыточного снегонакопления и высокой степени уплотнения (например, в зонах аккумуляции лавин). На Западном Кавказе снежники распространены повсеместно и во всех высотных зонах. По данным И.А. Глушковой [*2000*] и А.Д. Животова [*2002*], ежегодно на Западном Кавказе отмечается несколько тысяч снежников разных размеров и генезиса. К концу теплого периода их остается около 550, обшей площадью 30–50 км^2. По продолжительности залегания здесь присутствуют три основных типа снежников – весенние, летние и снежники-перелетки [*Губанова, Ефремов, 1991*].

2. Снежники массива Ачишхо

Многолетний снежник (№ 1) изучен автором на южном склоне горы Ачишхо, имеющем юго-восточную экспозицию, в конце периодов абляции в 2003–2009 гг. Он существует вследствие формирования благоприятных ороклиматических условий в данном районе.

Снежник расположен на южном склоне горы Ачишхо в 3 км от курорта Красная Поляна в нижней части большого эрозионного вреза. Его среднемноголетняя нижняя граница находится на высоте около 1350 м. Однако летом 2005 г. нижний край снежника спускался до 1200 м. Такое низкое положение связано с предшествовавшей многоснежной зимой (на м/с "Красная Поляна" толщина снежного покрова $h_{сн}$ > 100 см). При этом следует отметить, что, по наблюдениям А.Д. Животова, а также по опросным данным, положение языка данного снежника понижается уже на протяжении более 20 лет. Так, по опросным данным, в 1995 г. он спускался не ниже границы горизонтали 1350 м, в 1990 г. – не ниже 1400 м, а в 1977 г. – не ниже 1500 м.

Язык снежника находится в относительно узком эрозионном врезе V-образной формы. Крутизна склонов бортов эрозионного вреза – от 30 до 45°.

Анализ геоморфологических условий залегания снежника показывает, что в плане он имеет древовидную структуру, объединяя несколько крупных притоков с обоих бортов. Как минимум, четыре из этих притоков находятся в лавинных лотках. Снежные лавины, сходящие по этим лоткам, формируются на южном склоне г. Ачишхо регулярно и сходят более 10 раз в год. По наблюдениям автора, объем снежных лавин, сходящих в данном районе, достигает 1 млн м^3. Именно это позволяет предполагать, что существование снежника – результат многократного схода лавин. Выпадение большого объема снега и динамическое влияние самих снежных лавин способствуют значительному уплотнению снежника (в верхних горизонтах – 600–700 кг/м^3). Древесная растительность на склонах бортов не произрастает на всем протяжении снежника ближе высоты 45–55 м. Вероятно, данный уровень – это высота залегания снежника в зимнее время. Это предположение

Таблица 1. **Основные параметры снежника на южном склоне г. Ачишхо**

Параметры снежника	Годы						
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Длина, м	450	480	500	570	550	500	560
Площадь, тыс. м^2	20,2	23,0	25,0	31,4	30,2	27,3	30,8
Абс. высота языка, м	1300	1350	1250	1200	1250	1200	1300
Плотность верхних горизонтов, кг/м^3	600	550	650	680	700	600	650
Видимая толщина, м	3,5	4,5	6,5	5,0	6,0	4,5	5,5
Количество осадков зимнего периода*, мм	856	1089	1192	1120	1030	980	1023

* По данным м/с “Лаура” по предшествующей зиме.

подтверждается тем, что на поверхности и в теле снежника постоянно наблюдаются остатки древесной и кустарниковой растительности, в том числе из верхних участков лавинных лотков, а у отдельных стволов ниже языка снежника отмечен слом ствола в верхней части. Возраст древесной растительности, которая произрастает сейчас в нижней части склона, не превышает 15 лет.

Высокое содержание лавинного мусора при вытаивании создает поверхностный бронирующий слой в 10–25 см, состоящий из валунов, сланцевых обломков и мелкозема, который хорошо защищает от солнечного излучения летом и позволяет снежнику сохраняться до конца периода абляции. Сохранению снежника также благоприятствуют крутые борта эрозионного вреза, что создает значительную затененность поверхности снежника в утренние и вечерние часы.

Сравнительная характеристика параметров снежника приведена в табл. 1. Средняя видимая толщина языка снежника, измеренная в августе 2003–2007 гг., составила от 3,5 до 6,5 м. Площадь снежника в периоды наблюдений была непостоянной, что характеризует сильную зависимость снежника от конкретных летних погодных условий и микроклимата. Максимальная длина снежника, которая измерялась по топографической карте, зафиксирована в 2006 г. и составила 570 м, а минимальная в 2004 г. была 480 м. Данные по длине снежника и положению языка в разные годы

Таблица 2. **Параметры изученных снежников в массиве Ачишхо**

Год	Снежник	Макросклон	Генезис	Абс. высота орографической снеговой линии, м	Плотность, кг/м^3	Длина, м	Площадь, тыс. м^2
2003	№ 1	Южный	Лавинный	1300	600	450	20,2
2004				1350	550	480	23,0
2005				1250	650	500	25,0
2006				1200	680	570	31,4
2007				1250	700	550	30,2
2008				1200	600	500	27,3
2009				1300	650	560	30,8
Среднее				1300	633	516	26,8
2005	№ 2	Северный	Навеянный	1800	350	12	0,12
2008				1850	300	10	0,06
Среднее				1825	325	11	0,08
2004	№ 3	Северный	Лавинный	1700	400	350	24,5
2006				1600	450	400	39,0
2008				1600	450	370	29,6
Среднее				1600	430	373	31,0
2004	№ 4	Северный	Лавинный	1650	300	15	0,08
2006				1600	350	12	0,07
2008				1600	400	17	0,09
Среднее				1600	350	15	0,08
2004	№ 5	Северный	Лавинный	1800	400	14	0,07
2006				1750	350	12	0,06
2008				1650	350	13	0,07
Среднее				1700	370	12	0,07
2004	№ 6	Северный	Лавинный	1750	350	15	0,07
2006				1700	300	13	0,06
2008				1650	350	17	0,09
Среднее				1700	330	15	0,07

соответствуют периодам максимального снегонакопления (см. табл. 1).

На северном склоне массива Ачишхо были изучены пять снежников различных морфологических типов (табл. 2).

В пригребневой части в районе м/с “Ачишхо” в августе 2005 г. был обнаружен небольшой снежник (№ 2). На этом участке он образуется нечасто, обычно снег сохраняется до конца лета только после многоснежных зим. Размеры снежника в плане 5 × 10 м. Толщина снега не превышает 15 см. Снежник залегает на высоте 1800 м. В область залегания не проникают прямые солнечные лучи. Снежник располагается в неглубокой нивационной нише с характерной деградацией растительности и шлейфом мелкозема в краевой части снежника.

Другой снежник (№ 3) расположен значительно ниже по абсолютной высоте на северном склоне хр. Ачишхо. Нижняя граница его залегания находится на высоте 1600 м. Снежник лавинного генезиса. Его длина более 400 м, ширина до 100 м. Толщина снежного покрова не превышает 1 м, что компенсируется большой шириной конуса выноса лавины. Снежник сильно загрязнен моренным материалом и характеризуется незначительным таянием. В отличие от снежника Ачишхо на южном склоне, талые воды которого образуют мощную реку уже на выходе из его грота, этот снежник изливается в несколько небольших ручейков. Малое таяние легко объясняется незначительным приходом солнечной радиации в эту часть массива Ачишхо.

Три остальных снежника (№ 4–6) также располагаются на северном склоне Ачишхо (рис. 5). Все три снежника имеют лавинное происхождение. Каждый из них находится в зоне аккумуляции крупных снежных лавин, сходящих на участок егерской тропы на территории Кавказского заповедника. Снежники относительно небольшие. Нижняя граница залегания каждого из них зависит от расположения лавинных очагов. Язык самого нижнего снежника (№ 4) залегает на высоте 1600 м. В отличие от снежника № 3, все указанные образования (№ 4–6) характеризуются залеганием в сформированном эрозионном врезе без широкого конуса выноса лавины. Существование этих снежников обусловлено главным образом очень низким количеством прямого солнечного света. Максимальная толщина снежников не превышает 0,5 м, площадь не более 20 м^2.

3. Снежники долины р. Уруштен

Каровые снежники обычно приурочены к крупным древнеледниковым долинам с обилием каровых форм рельефа. Были изучены такие снежники в долине р. Уруштен, простирающейся на северном макросклоне Западного Кавказа. Подробно исследованы пять снежников (№ 7–11) в разных частях долины (рис. 6, табл. 3). Общей характерной особенностью этих снежников является формирование на ригеле кара валов из мелкозема, по-видимому, лавинного генезиса. Ниже ригеля располагаются участки, преимущественно сложенные материалом из лавинного “мусора”. По тыловому шву кара, как правило, также формируются довольно мощные лавинные отложения, вытаивающие в летнее время. Они частично перекрывают сезонный снежный покров мощным чехлом и сохраняют его до следующей зимы. Так, в начале сентября 2004 г. на склоне северной экспозиции на высоте 1850 м при температуре воздуха в тени 32 °С был обнаружен снежник (№ 7) толщиной 45 см, покрытый шлейфом мелкозема мощностью до 5 см. Длина его в чаше кара составляла 80 м, ширина – 45 м. Нижние границы остальных четырех снежников (№ 8–11) находились от 1750 до 1850 м.

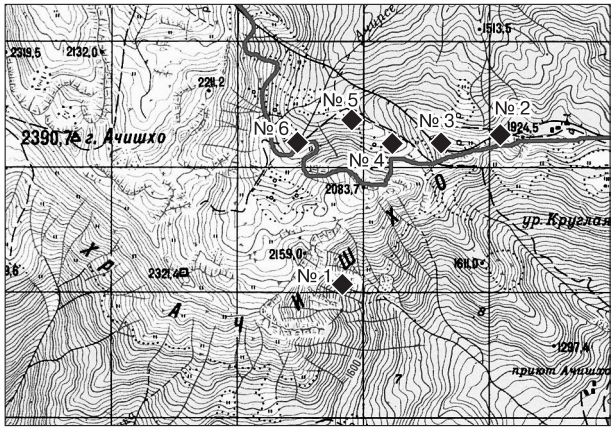

Рис. 5. Схема расположения изученных снежников (№ 1–6) в хр. Ачишхо.

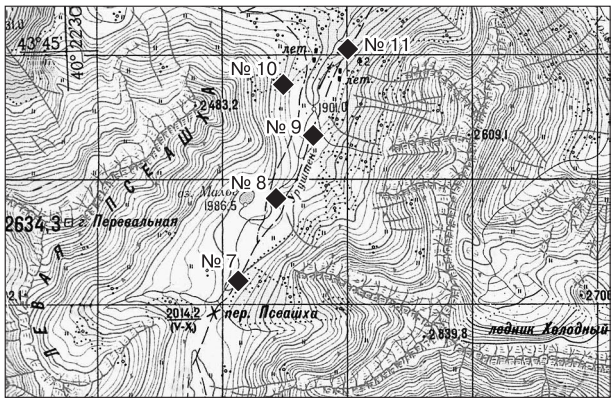

Рис. 6. Схема расположения снежников (№ 7–11) в долине р. Уруштен.

Таблица 3. **Параметры изученных снежников в долине р. Уруштен**

Год	Снежник	Макросклон	Генезис	Абс. высота орографической снеговой линии, м	Плотность, кг/м^3	Длина, м	Площадь, тыс. м^2
2004	№ 7	Северный	Лавинный	1850	500	80	3,6
2008				1950	450	70	3,1
Среднее				1900	475	75	3,4
2004	№ 8	Северный	Лавинный	1850	н/д	10	0,10
2008				1850	н/д	9	0,09
Среднее				1850	н/д	9	0,09
2004	№ 9	Северный	Лавинный	1850	н/д	12	0,12
2008				1800	н/д	10	0,10
Среднее				1800	н/д	11	0,11
2004	№ 10	Северный	Лавинный	1850	н/д	11	0,12
2008				1800	н/д	10	0,11
Среднее				1800	н/д	10	0,11
2004	№ 11	Северный	Лавинный	1750	н/д	40	0,20
2008				1750	н/д	32	0,16
Среднее				1750	н/д	36	0,18

Примечание. н/д – нет данных.

4. Снежники массива Аибга

На территории современного рекреационного освоения в массиве хр. Аибга в разные летние месяцы 2004–2007 гг. автором и его коллегами были отмечены навеянные карнизные снежники, которые образуются в пригребневой части ежегодно. Количество этих снежников сложно оценить, так как распространены они повсеместно. Были подробно изучены три снежника в пределах территории современного рекреационного освоения.

Надувные карнизы, как правило, формируются вследствие интенсивного ветрового воздействия в зимнее время. Обычно такие карнизы обрываются в виде лавин, но из-за профилактических обстрелов лавинных козырьков снег частично задерживается на гребне. В мае 2004 г. толщина снега в изученных навеянных снежниках составила от 30 см до 1 м, а в июле 2007 г. – до 1,5 м. В разрезе трех обследованных снежников были отмечены слои фирнизованного снега, разделенные многочисленными ледяными корками. Снежники подобного типа вызывают формирование интенсивной эрозии подстилающей поверхности. По всей области залегания снежников можно наблюдать деградацию растительности, отрыв и течение дернины, появление большого количества мелкозема и частичный снос слагающего материала с гребня. Нижние границы распространения этих снежников в конце периода абляции находятся от 2000 до 2200 м в зависимости от положения гребня.

В хр. Аибга на территории современного рекреационного освоения обследованы восемь снежников, в том числе два (№ 12, 13) лавинного генезиса (рис. 7, табл. 4). Данные снежники располагаются на склоне крутизной 20° в зоне транзита лавины. Сохранение в них снега обусловлено затененностью данной зоны северного склона

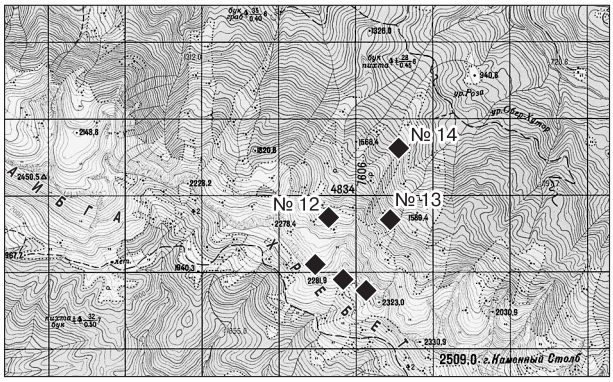

Рис. 7. Схема расположения изученных снежников (№ 12–14) в хр. Аибга.

Таблица 4. **Параметры изученных снежников в массиве Аибга**

Год	Снежник	Макросклон	Генезис	Абс. высота орографической снеговой линии, м	Плотность, кг/м^3	Длина, м	Площадь, тыс. м^2
2004	№ 12	Северный	Лавинный	1700	500	80	3,6
2007				1550	450	100	4,1
2008				1650	500	95	3,9
Среднее				1600	475	93	3,9
2004	№ 13	Северный	Лавинный	1600	н/д	10	0,10
2007				1500	н/д	н/д	н/д
2008				1500	н/д	9	0,09
Среднее				1500	н/д	9	0,09

хр. Аибга. В отличие от зоны транзита, зона аккумуляции более освещена в летнее время, и поэтому в ней снег к августу стаивает. Снежники наблюдались в 2004, 2007 и 2008 гг. Оба снежника характеризуются малой (до 1 м) толщиной (в 2007 г. – 30 см). Площадь снежников за весь период наблюдений сильно колебалась. Максимальная зафиксированная длина 100 м при ширине 40 м. Положение языка снежников за период наблюдений также менялось. Самое низкое зафиксированное положение (2005 г.) составило 1400 м на восточном снежнике и 1600 м на западном.

В августе 2006 г. на северном склоне хр. Аибга изучен снежник (№ 14) в зоне активного горнолыжного катания. Формирование его и сохранение до конца периода абляции связано с интенсивным уплотнением снега под механическим воздействием ратраков. Данный снежник располагался на высоте 1100 м. Его площадь составляла около 10 м^2, а плотность превышала 500 кг/м^3.

5. Изучение снежного покрова в массиве Аибга

Толщина снежного покрова ($h_{сн}$) является одним из основных факторов, определяющих степень лавинной опасности. Данные по толщине и по физико-механическим и стратиграфическим особенностям снега характеризуют структуру снежного покрова, изменчивость его в зависимости от рельефа, экспозиции и крутизны склонов, абсолютных и относительных высот местности, погодных условий, режима ветров, прироста толщины снега во время снегопада и его оседания, связи всех этих факторов со временем схода лавин. Поэтому помимо летних наблюдений снежный покров в долине р. Мзымта изучался и в зимнее время.

Зимой 2008 г. в составе экспедиции географического факультета МГУ на склоне северной экспозиции хр. Аибга на высотах ($H_{абс}$) от 2238 до 800 м были проведены снегомерные работы по продольному профилю, сверху вниз по горнолыжной трассе. Точки замеров выбраны на характерных элементах рельефа для обеспечения репрезентативности. Склон имеет ступенчатое строение и состоит из серии каров с микроригелями. С набором высоты уклон крутых участков склона возрастает и достигает 50–60° в пригребневой части.

Выявлены общие закономерности распределения снежной толщи на северном склоне хр. Аибга, которые связаны с поступлением насыщенных влагой теплых воздушных масс с Черного моря. Они переваливают через хребет и накапливаются в ветровой тени в верхней части склона. Неоднородность распределения снега объясняется также ступенчатым строением склона. Под воздействием сильных ветров и метелей на вершинном гребне хр. Аибга образуются многометровые карнизы ($h_{сн}$ < 15 м). В днищах каров в результате ме-

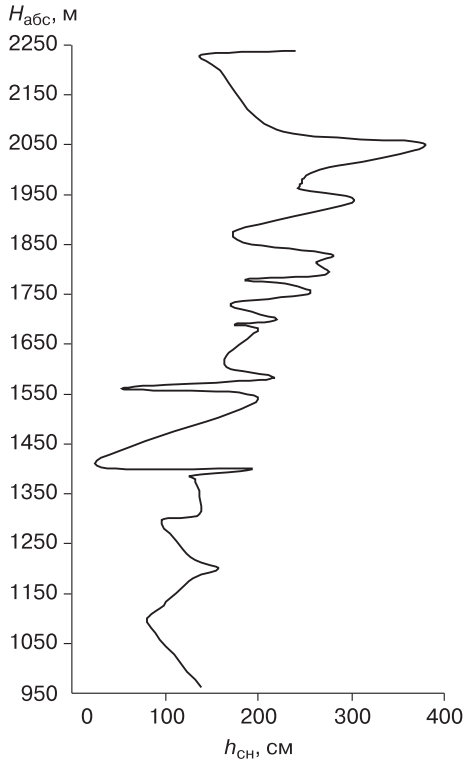

Рис. 8. Распределение снежного покрова на северном склоне хр. Аибга (февраль 2008 г.).

телевого переноса и специфической вогнутой конфигурации склонов скапливаются снежные массы с $h_{сн}$ до 3–5 м и более. Вниз по склону $h_{сн}$ уменьшается с 3–4 м на высоте 2200 м до 0,5–0,3 м в нижней части склона на высотах 600–800 м (рис. 8).

ВЫВОДЫ

В ходе исследований снежников и снежного покрова, проведенных в долине р. Мзымта в период с 2003 по 2009 г., получены следующие результаты.

1. Установлено положение орографической снеговой линии для исследуемой территории за период 2003–2009 гг. на высоте 1600 м. Расположение орографической снеговой линии на территории долины р. Мзымта подчиняется общим закономерностям, характерным для районов повышенной снежности и непосредственно зависит от экспозиции макросклона, микроклиматических условий и геоморфологических особенностей.

2. На южном склоне хр. Ачишхо зафиксированы наиболее низкие отметки положения орографической снеговой линии из всех ранее изучавшихся снежников в данном районе. Нижний край данного лавинного снежника (№ 1) в конце периода абляции спускался до высоты 1200 м.

3. Установлено существенное понижение орографической снеговой линии в районе хр. Ачишхо в сравнении с опросными данными и наблюдениями других авторов за предшествующие периоды. Согласно опросным данным, в 1980–1990-х гг. положение орографической снеговой линии в хр. Ачишхо не опускалось ниже абсолютной высоты 1400 м. В 2006 г. снежник № 1 располагался на 200 м ниже этого уровня.

4. Выявлены значительное понижение орографической снеговой линии (300–350 м) и усиление лавинной активности в хр. Аибга. В течение трех лет в конце периода абляции автором здесь обнаружены лавинные снежники на уровне 1600–1700 м, которые в 1990-х гг. к концу периода абляции полностью стаивали, а орографическая снеговая линия не опускалась ниже 2000 м.

5. Путем сопоставления данных по динамике положения языка снежника № 1 в хр. Ачишхо в течение периода исследований с количеством выпадающих зимних осадков установлена прямая зависимость колебания положения орографической снеговой линии от режима зимнего выпадения осадков, что в целом подтверждает общие закономерности изменения положения снеговой линии на Западном Кавказе.

6. Установлено, что на склонах хр. Аибга избыточное снегонакопление (более 3,5 м) определяется общим увеличением количества осадков, характерным для южного склона Западного Кавказа, и метелевым переносом.

7. Выявлено увеличение толщины $h_{сн}$ с высотой, что подчиняется общим закономерностям распределения снежного покрова на Западном Кавказе. Наибольшие значения отмечены на карнизах, образующихся на подветренном гребне хр. Аибга вследствие интенсивного метелевого перераспределения снега.

8. Определено высотное положение поясов снежности. Пояс наибольшей снежности расположен на высотах 2200–1500 м ($h_{сн} \approx 2–4$ м), неравномерный снежный пояс – на высотах 1500–1200 м ($h_{сн} \approx 1–2$ м), пояс неустойчивого и маломощного снежного покрова – на высотах ниже 1200 м ($h_{сн} < 1$ м).

Работа выполнена при поддержке Программы поддержки ведущих научных школ (НШ-500.2008.5) и РФФИ (проекты № 07-05-00481, 07-05-00023).

Литература

Глушкова И.А. Снежники как ландшафтоформирующий фактор геосистемы Западного Кавказа // Оценка экологического состояния горных и предгорных экосистем Кавказа. Ставрополь, Кавказский край, 2000, с. 112–128.

Гляциологический словарь / Под ред. В.М. Котлякова. Л., Гидрометеоиздат, 1984, 528 с.

Губанова И.А., Ефремов Ю.В. Проблемы изучения и использования снежников Западного Кавказа // Тезисы докл. 4-й Северо-Кавказской региональной конф. Владикавказ, ВИУ, 1991, с. 3–4.

Животов А.Д. Гидрологические элементы // Структура и динамика экосистем Кавказского заповедника и сопредельных территорий и проблемы их охраны (Летопись природы). Сочи, КГПБЗ, 2002, с. 166–207.

Олейников А.Д. Снежность зим района Красной Поляны (Западный Кавказ) // Материалы гляциол. исслед., 2010, вып. 102, с. 35–38.

Справочник по климату СССР. Л., Гидрометеоиздат, 1968, вып. 13, 356 с.

Сулаквелидзе Г.К., Гуртовая Е.Е., Яшина А.В. Закономерности распределения снежного покрова на Большом Кавказе // География снежного покрова. М., Изд-во АН СССР, 1960, с. 7–16.

Трошкина Е.С. Лавинный режим горных территорий СССР. М., ВИНИТИ, 1992, 196 с. (Итоги науки и техники. Сер. гляциология; Т. 11).

Тушинский Г.К. Ледники, снежники, лавины Советского Союза. М., Географгиз, 1963, 312 с.

Тушинский Г.К., Трошкина Е.С., Лаптев М.Н. Изучение стратиграфических и физико-механических свойств снега горных районов Европейской части СССР различного типа лавинообразования // Снежные лавины (прогноз и защита). М., Изд-во Моск. ун-та, 1974, с. 54–63.

Поступила в редакцию
19 апреля 2010 г.