

УДК 556.124(282.247.38)

Изменение размеров оледенения в бассейнах рек Белая и Малая Лаба (Западный Кавказ) за последнее столетие

© 2014 г. Ю.В. Ефремов¹, Ю.Г. Ильичев², А.В. Зимницкий³¹Кубанский государственный университет, Краснодар; ²Северо-Кавказское межрегиональное территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Ростов-на-Дону;³Краснодарское региональное отделение Русского географического общества
efremov_kubsu@mail.ru

Change of the glaciation dimensions in the basins of Belaya and Malaya Laba Rivers (West Caucasus) for the last hundred years

Yu. V. Efremov¹, Yu. G. Pyichev², A. V. Zimmitsky³¹The Kuban State University, Krasnodar; ²The North Caucasian Interregional Territorial Management on Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Rostov-on-Don; ³Krasnodar Regional Office of the Russian Geographical Society

Статья принята к печати 28 июня 2014 г.

*Деградация оледенения, изменение климата, климатические характеристики, ледник, снежник, фирн.**Climate change, climate characteristics, degradation of glaciation, firn, glacier, snow patch.*

Рассмотрены изменения площади оледенения и количества ледников в бассейнах рек Белая и Малая Лаба (Западный Кавказ). В качестве базовых материалов использованы Каталоги ледников 1911 [19] и 1967 гг. [10], а также космические снимки 2000–2012 гг. Размеры некоторых ледников уточнены при полевых исследованиях методами GPS-позиционирования и наземной теодолитной съёмки. Установлено, что в данном регионе, как и в других ледниковых бассейнах Большого Кавказа, оледенение сокращается. Площадь оледенения в бассейнах рек Белая и Малая Лаба за 1902/1906–2013 гг. сократилась на 12,0 км², или на 43,8%. Число ледников за этот же период уменьшилось на восемь (11,8% общего числа), в 2013 г. сохранилось 60 ледников. Средняя годовая скорость отступления ледников, согласно фактическим расчётам, составляет около 2 м. На месте растаявших ледников остаются малые ледники и снежники, которые сохраняют некоторые свойства ледников (фирновые ледники).

Changes in area of glaciation and quantity of individual glaciers in basins of rivers Malaya Laba and Belaya (West Caucasus) for the last hundred years are analyzed for the last hundred years. Data from the Glacier Inventories for 1911 and 1967 together with space images for 2002–2012 were used for this analysis. The glaciation is found to be decreased for this period by 12.0 km² (or by 43.8%). For the 20th century, eight glaciers disappeared, so 60 others still exist. The glacier termini do presently retreat annually by approximately 2 m.

Введение

Горная территория Краснодарского края и Республики Адыгея — это западная часть северного склона Большого Кавказа, представленная системой хребтов, основные из которых — Главный и Боковой. К речным системам, дренирующим хребты, относятся реки Белая и Малая Лаба, а также их притоки. Ледники данного района изучали многие исследователи, среди которых наиболее известны имена Н.А. Буша [1, 2], Н.Я. Динника [4, 5], Г.Г. Григора [3], Б.А. Тарчевского [23, 24], В.Д. Панова [13, 14], Ю.Г. Ильичева [9], Ю.В. Ефремова [6]. В 1902–1906 гг. была выполнена первая крупномасштабная съёмка рассматриваемой территории. По её данным К.И. Подозерский составил первый Каталог ледников [19], в котором дал их краткое описание. Спустя довольно продолжительный период Северо-Кавказское управление гидрометеослужбы составило Каталог ледников бассейна р. Кубань по состоянию на 1967 г., который и взят нами за основу при исследовании динамики ледников в настоящее время [10]. В соответствии с этим Каталогом в 1965 г. с дополнениями,

указанными в работе В.Д. Панова [13], в бассейнах рек Белая и Малая Лаба было 60 ледников общей площадью 17,1 км², что составляет 13,4% общего числа ледников и 1,7% площади оледенения бассейна р. Кубань [12].

Распределены ледники в рассматриваемом регионе неравномерно. Одна часть ледников расположена в бассейне р. Белая в пределах горного массива Фишт—Оштен—Пшеха—Су с высотами 2868–2804 м над ур. моря, который относится к форпосту современного оледенения Большого Кавказа (рис. 1); другая часть ледников, при движении на восток, по мере увеличения высоты гор, концентрируется на высоте более 3000 м над ур. моря (рис. 2). Ледники в основном расположены в затенённых карах северной экспозиции, что благоприятно для их существования. Во всей высокогорной зоне в холодный период выпадает значительное количество атмосферных осадков (1000–1500 мм). Большое число лавин, сходящих на ледники, и метелевый перенос приводят к концентрации снега на ледниках, в 5–10 раз превышающее его естественное накопление, что установле-



Рис. 1. Горный массив Фишт с большим ледником № 1. Фото Ю.В. Ефремова. Октябрь 2011 г.
Fig. 1. Fisht mountain with a big glacier № 1. Photo by Yu. Efremov. October 2011.

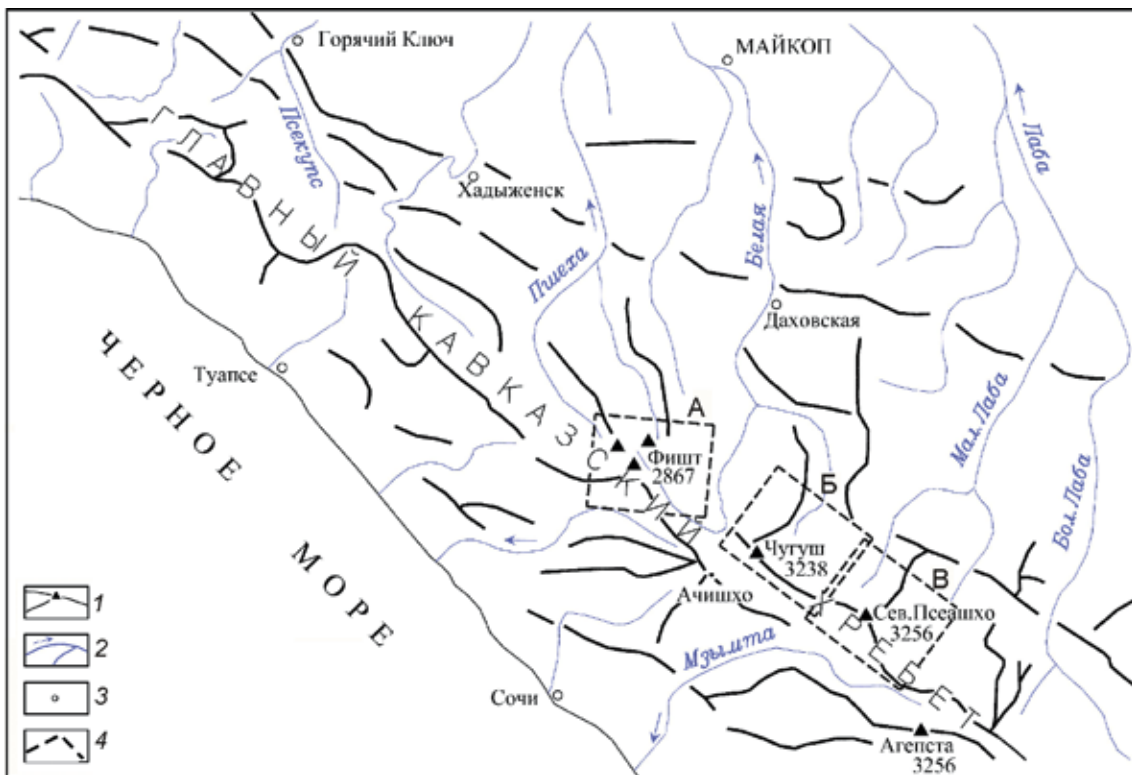


Рис. 2. Районы исследований ледников в 2007–2013 гг.:
 1 – хребты и отдельные вершины; 2 – реки и направление их течения; 3 – населённые пункты; 4 – районы исследования; А – Фишт–Оштен–Пшеха–Су; Б – Чугуш–Чессу–Ассара; В – Псеашхо
Fig. 2. Researches regions of glaciers 2007–2013:
 1 – ridges and separate tops; 2 – rivers; 3 – settlements; 4 – researches regions of glaciers; А – Fisht–Oshten–Pshehasu ; Б – Chugush–Chessu–Assara; В – Pseasho

но при полевых исследованиях. Именно поэтому, несмотря на интенсивное таяние снега и льда (из-за сравнительно небольших высот, на которых расположены ледники), к концу периода абляции на ледниках остаётся достаточно много снега, поэтому в этом районе – самая низкая высота фирновой линии на Кавказе (в среднем 2700 м) [15, 25].

В последние годы (1994–2013 гг.) объём исследований ледников и снежного покрова в этом районе значительно сократился. Однако нарастающее рекреационное освоение горных районов Краснодарского края требует продолжения регулярных наблюдений за ледниками и снежниками, которые часто посещают туристы и альпинисты. Задачи наших исследований – оценка состояния и динамики современного оледенения в бассейнах рек Белая и Малая Лаба и продолжение регулярных наблюдений (локальный мониторинг) на ледниках Фишт, Холодный и Псеашхо, расположенных в горных массивах этого региона. Современное состояние оледенения в указанном районе изучалось в 2013 г. снеголавинной и селевой партиями ООО «Инжзащита» при участии сотрудников Кавказского государственного биосферного заповедника.

Методы и материалы исследований

При полевых и камеральных работах использовались стандартные для гляциологических исследований апробированные методики, а также методические пособия, руководства и наставления [20–22]. Применялись методы геоинформационного анализа и сбора геоданных, предусматривающие работу с геосервисами GOOGLE EARTH, «КОСМОСНИМКИ.РУ», GLOVIS (USGS). Работа велась с программным обеспечением SAS GIS, позволяющим параллельно анализировать космические снимки высокого пространственного разрешения (0,6–2,0 м) за 2000–2012 гг. Для построения схем динамики оледенения исследуемого района использованы многозональные снимки серии LANDSAT-7 (ETM+) среднего разрешения (15–30 м). Выполнено также дешифрирование серий снимков среднего разрешения со спутника TERRA ASTER (EOS AM-1) на участках, недостаточно охваченных снимками LANDSAT-7. Крупномасштабные схемы наиболее крупных ледников получены путём дешифрирования серии снимков высокого разрешения со спутников IKONOS, OrbView-2, GeoEye-1 и WorldView-1. Размеры репрезентативных ледников уточнены при полевых исследованиях методами GPS-позиционирования

и наземной теодолитной съёмки. Обработка результатов полевых измерений и построение топографических планов с определением современных морфометрических характеристик исследуемых ледников проводились с использованием геоинформационного программного обеспечения ArcGIS (ESRI) и Autodesk Map 3D.

Исходным материалом при картометрических работах служили топографические карты масштаба 1:100 000 (издание 1982 г., состояние местности на 1978–1980 гг.), а также разновременные (2005–2013 гг.) космические снимки из открытых геопространственных сервисов с пространственным разрешением от 2 до 25 м. Все картографические материалы приводились к единому масштабу с помощью программного средства ArcGIS. Площадь оледенения измерялась двумя независимыми способами: электронным планиметром TAMAYA PLANIX5 и стандартными программными инструментами в программах ArcGIS и SAS Planet. Точность измерения площади оценивалась на основании паспортных данных планиметра (допустимая погрешность 1 мм²), приведённого масштаба измерений (для 1:100 000 составляет 0,2 мм²) и точности векторизации, определяемой разрешением снимков и масштабом используемой топографической карты. Реперы маркировались эмалевой красной краской. Для измерения положения фронта ледников применялись: теодолит 2Т-30 с буссолью; измерительная стандартная рейка; GPS «Garmin»; горный компас; мерная рулетка длиной 20 м. Фотодокументирование положения снеговой линии, а также общего вида ледников во время наземной и аэрофотосъёмки выполнялось с помощью полупрофессиональных фотоаппаратов со сменной оптикой.

Результаты и обсуждение

Изменение элементов климата на Западном Кавказе. В настоящее время климатические условия изменяются на всей планете. Наиболее подробные сведения получены по инструментальным наблюдениям и косвенными методами для температуры воздуха и количества атмосферных осадков. Так, по косвенным данным, за 1870–1910 гг. температура воздуха изменялась в пределах 0,3–0,6 °С (от температуры воздуха на 1990 г.). После 1910 г. продолжалось её повышение, которое к 2000 г. превысило величину 1990 г. на 0,4 °С. Отмечается дальнейшее её увеличение (рис. 3, а) [13]. Изменяются климатические условия и в рассматриваемом регионе. Сведения об

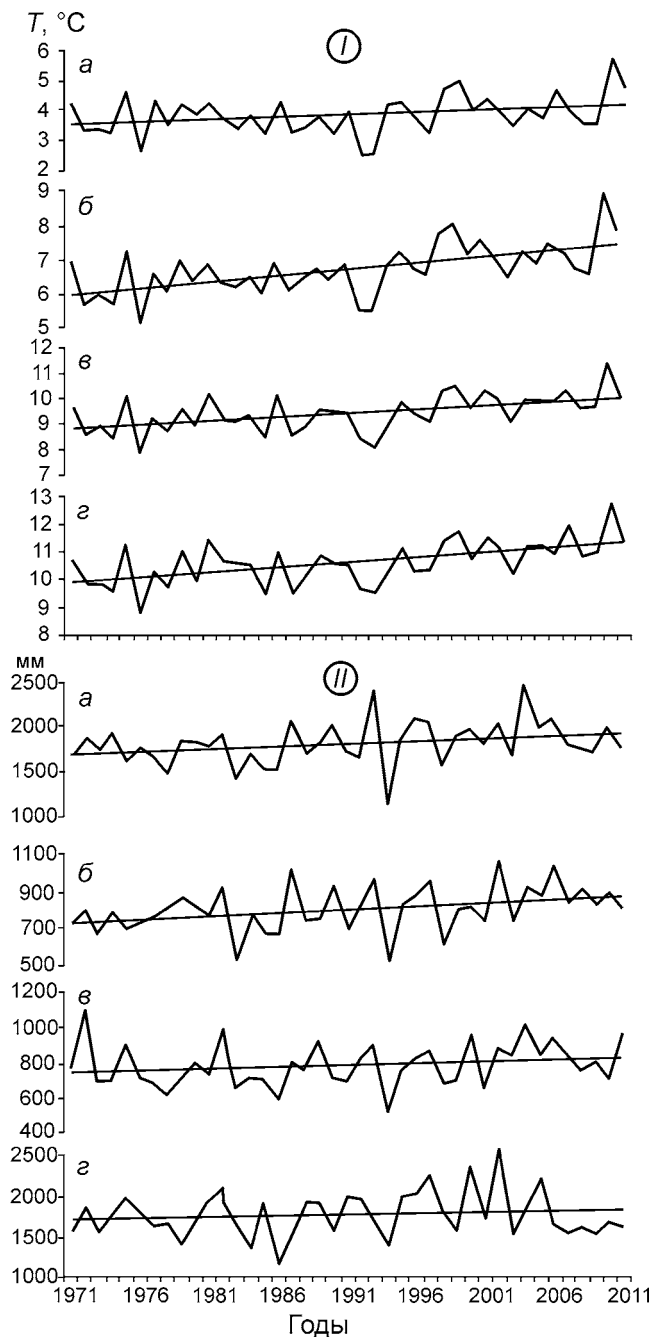


Рис. 3. Тренд средней годовой температуры воздуха (I) и годовых сумм атмосферных осадков (II) по ГМС северного склона западного и северо-западного Кавказа за 1971–2011 гг.:

a – Клухорский Перевал; *б* – Теберда; *в* – Даховская; *г* – Горный

Fig. 3. Trends of annual air temperature (I) and of the annual sums of atmospheric precipitation (II) on meteorological stations of the northern slope of the Western and North-West Caucasus for 1971–2011:

a – the Klukhorsk Pass; *b* – Teberda; *v* – Dakhovskaya; *z* – Gornyy

изменении температуры воздуха и количества атмосферных осадков для исследуемого района приводятся в работах [8, 13, 15, 17, 18]. Исследования

Таблица 1. Увеличение температуры воздуха за год и сезоны 1971–2007 гг. по сравнению со средними многолетними, °С (числитель) и отклонение количества атмосферных осадков за год и сезоны 1971–2007 гг. по сравнению со средними многолетними, мм (знаменатель)

ГМС	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
Клухорский Перевал	0,2/167	0,1/39	0,3/4	0,3/29	0,1/95
Теберда	0,3/103	0,4/26	0,4/11	0,4/23	0,1/43
Псебай	0,3/25	0,9/3	0,3/–10	0,1/15	0,0/17
Даховская	0,3/53	0,6/–19	0,5/20	0,3/27	0,2/25
Горный (Гойтх)	0,4/169	0,6/54	0,5/35	0,3/–4	0,1/84

П.М. Лурье и др. [11, 12] характеризуют эти данные по обширной территории бассейна р. Кубань. В настоящее время на территории северного склона Западного Кавказа работает десять гидрометеорологических станций (ГМС), расположенных на высотах 315–2070 м. Для анализа изменения температуры воздуха и количества атмосферных осадков за 1971–2007 гг. отобраны данные пяти станций (Клухорский Перевал, 2037 м; Теберда, 1328 м; Псебай, 623 м; Даховская, 504 м; Горный, 325 м), на которых в рассматриваемый период не переносились метеоплощадки и велись непрерывные метеорологические наблюдения. Установлено, что устойчивый рост температуры воздуха и количества атмосферных осадков на рассматриваемой территории наблюдался в 1970-х годах.

Температура воздуха (среднегодовая и сезонная) на северном склоне Западного Кавказа за 1971–2007 гг. увеличилась на всей рассматриваемой территории. Средняя годовая температура в целом в регионе выросла на 0,35 °С. Средняя годовая температура воздуха возрастает с востока на запад от 0,2 °С на ГМС Клухорский Перевал до 0,4 °С на ГМС Горный (табл. 1). Если анализировать изменения по сезонам года, то температура воздуха увеличилась на 0,1–0,9 °С зимой при максимальной величине зимой (0,9 °С) и весной (0,5 °С). Минимальный рост температуры воздуха отмечался осенью и летом.

Атмосферные осадки. Годовая сумма атмосферных осадков за 1971–2007 гг. выросла на всей рассматриваемой территории в среднем на 103 мм, или на 9,1%. Количество атмосферных осадков, достигающее наибольших величин осенью, увеличилось во все сезоны года на всей рассматриваемой территории. Наиболее значительный рост отмечался на ГМС Горный (169 мм) и Клухорский Перевал (167 мм) (см. табл. 1, рис. 3, б). В то же

Таблица 2. Уменьшение площади оледенения в бассейнах рек за 1902/1906–2013 гг. (изменение площади оледенения дано по работе В.Д. Панова [15])

Бассейн реки	Площадь оледенения, км ²				Уменьшение площади оледенения, км ²			
	1902–1906 гг.	1965 г.	2000 г.	2013 г.	1902/1906–1965 гг.	1965–2000 гг.	2000–2013 гг.	1902/1906–2013 гг.
Белая	11,2	7,7	7,2	7,1	3,5	0,5	0,1	4,1
Малая Лаба	16,2	9,4	8,6	8,3	6,8	0,8	0,3	7,9
<i>Итого</i>	27,4	17,1	15,8	15,4	10,3	1,3	0,4	12,0

Таблица 3. Изменение числа ледников в бассейнах рек Белая и Малая Лаба за 1902/1906–2013 гг.*

Бассейн реки	Число ледников		Уменьшение числа ледников	Растаяло ледников	Распалось ледников	Образовалось в результате	
	1902/1906 гг.	2013 г.				распада	отчленения
Белая	34	32	–2	4	2	4	–
Малая Лаба	34	28	–6	12	2	5	3
<i>Итого</i>	68	60	–8	16	4	9	3

*Прочерк – нет сведений.

время на ряде ГМС зимой, весной и летом в 1971–2007 гг. отмечалось уменьшение количества атмосферных осадков, достигающее 4–19 мм, или 1–14% за соответствующий сезон. Снижение количества атмосферных осадков отмечено зимой на ГМС Даховской (19 мм), весной на ГМС Псебай (10 мм) и летом на ГМС Горный (4 мм).

В 1971–2007 гг. изменялись характеристики и других метеорологических элементов. Так, число дней со снежным покровом на высотах до 2000–2500 м сократилось на 10–15%, однако на более значительных высотах оно увеличилось. Снегозапасы на высотах до 2000–2500 м также уменьшились, а на более значительных – увеличились на 8–10%. Число дней с атмосферными осадками сократилось за счёт уменьшения числа дней с малым количеством осадков (до 1,0 мм), но зато отмечался рост числа дней с осадками более 10 мм.

Изменение размеров оледенения в бассейнах рек Белая и Малая Лаба за 1902/1906–2013 гг. Характеристика изменения размеров оледенения в регионе в XX в. дана в работе В.Д. Панова [13]. За это время заметно изменилось число ледников, уменьшились площадь оледенения, длина и объём ледников. Так, площадь оледенения сократилась на 12,0 км², или на 43,8%. В бассейне р. Малая Лаба она уменьшилась на 46,8%. В период 1902/1906–2013 гг. средняя скорость сокращения площади оледенения составила 0,11 км²/год при максимальных величинах в 1902/1906–1965 гг. – 0,17 км²/год и минимальных в 2000–2013 гг. – 0,03 км²/год (табл. 2). Число ледников с 1902/1906 по 2013 г. сократилось на 8, или 11,8%,

и составило в 2013 г. 60 ледников. За рассматриваемый период в бассейнах рек растаяло 16 ледников, из которых большая часть (12) находилась в бассейне р. Малая Лаба. В регионе отмечен распад ледников. В бассейне р. Белая распалось два ледника, в результате чего их стало четыре. Отчленение притоков наблюдалось и в бассейне р. Малая Лаба, где появилось три «новых» ледника (табл. 3). Исследования в летний сезон 2013 г. показали дальнейшее сокращение площади оледенения выбранных для мониторинга ледников (Псеашхо, Мраморный, Холодный, Чессу № 8, 9, Фишт), их длины, а также общего количества.

Изменение площади ледников. На отдельных горных массивах Фишт–Пшехасу, Чугуш и Псеашхо площади ледников сократились на 0,1–0,2 км². За период 1991–2013 гг. площадь ледников горного массива Чугуш уменьшилась незначительно. По данным А.В. Погорелова [18], площадь ледника № 17 по сравнению с 1957 г. сократилась на 0,02 км² за счёт отступления крайней правой части языка ледника на 60–70 м. Площадь ледника № 18 к 2013 г. также изменилась. Как видно из табл. 4, длина этого ледникового языка уменьшилась на 55 м, а площадь – на 0,2 км² (рис. 4).

Колесание концевых участков ледников. Одновременно с уменьшением площади и объёма ледников наблюдается их отступление. В 1902/1904–2013 гг. все ледники на Западном Кавказе, в том числе и в рассматриваемых бассейнах, отступали [16]. Величина отступления за этот период изменялась в широком диапазоне. В 2013 г. обследовано с соответствующими измерениями

Таблица 4. Динамика современного оледенения ледников массивов Псеашхо и Чугуш

Ледник и его номер по Каталогу [10]	Площадь, км ²		Колебание языка, м	Динамика площади, км ²
	1991 г.	2013 г.		
<i>Массив Псеашхо</i>				
№ 28	0,6	0,5	-70,0	-0,1
№ 29	0,2	0,1	-55,0	-0,1
Холодный, № 30	0,8	0,6	-34,0	-0,2
Мраморный, № 31	1,1	1,0	-30,0	-0,1
№ 35	2,0	1,8	-15,0	-0,2
№ 36	1,1	1,0	-17,0	-0,1
<i>Массив Чугуш</i>				
№ 8	0,7	0,5	-51,0	-0,2
№ 9	1,3	1,2	-45,0	-0,1
№ 17	0,7	0,6	-69,0	-0,1
№ 18	0,4	0,2	-55,0	-0,2

14 ледников, расположенных в рассматриваемых бассейнах. Для всех ледников отступление определялось за 1990–2013 гг., а для шести ледников – за 1902/1904–2013 гг. с разбивкой на три периода (см. табл. 4). За 1990–2013 гг. все ледники, за исключением ледника Малый Фишт, отступили на 12–110 м, или 0,5–4,8 м/год. Средняя годовая скорость отступления ледников составила 2,0 м/год, при максимальной 4,8 м/год у ледника № 31 и минимальной 0,5 м/год у ледника № 36. В первом периоде (1902/1904–1965 гг.) все ледники отступали. Анализируя скорость отступления в последующие годы, отметим, что эта величина имеет выраженную тенденцию к замедлению в 1965–1990 гг. (табл. 5). В рассматриваемых бассейнах есть несколько ледников, за которыми наблюдения, сопровождающиеся определением величины колебания концевых участков ледников, велись длительный период. Наиболее продолжительные наблюдения проводились на ледниках Фишт (№ 1 и 2) и Псеашхо (№ 35 и 36) [6].

Ледник Фишт за 1905–2013 гг. отступил на 237 м, т.е. сокращался со скоростью 2,2 м/год. Основное отступление ледника приходится на 1905–1965 и 1999–2013 гг. В 1977–1994 гг. ледник Фишт был в стационарном состоянии, а в отдельные годы (1977–1981, 1988–1983, 1994–1999 гг.) даже наступал на 0,2–2,0 м (рис. 5, табл. 6).

Примерно такая же динамика ледников и на горном массиве Псеашхо. Средняя величина колебания языков ледников № 35 и 36 изменялась от +0,4 м/год (1982–1984 гг.) до -8,3 м/год

Таблица 5. Отступление ледников в бассейнах рек Белая и Малая Лаба в 1902/1904–2013 гг., м*

Ледник, его номер по Каталогу [10]	1902/1906–1965 гг.	1965–1990 гг.	1990–2013 гг.
Фишт, № 1	-164/-2,6	-39/-1,2	-34/-2,5
Малый Фишт, № 2	-196/-3,2	-10/-0,4	0/0,0
Чессу, № 8	–	–	-51/-2,2
Чессу, № 9			-45/-2,0
№ 17			-69/-3,0
№ 18			-55/-2,4
№ 28	-146/-2,4	-12/-0,5	-69/-3,0
№ 29	–	–	-55/-2,4
Холодный, № 30			-27/-1,2
Мраморный, № 31			-110/-4,8
Псеашхо, № 35	-678/-11,5	-8/-0,3	-18/-0,8
Псеашхо, № 36	–	–	-12/-0,5
Кардывач, № 46	-185/-3,0	-26/-1,0	-51/-2,2
<i>Среднее</i>	-318/-5,2	-14/-0,6	-47/-2,0

*В числителе – отступление за весь период, в знаменателе – за год; прочерки – отсутствие наблюдений.

(1963–1976 гг.) (табл. 7). 1986–1990 гг. – стационарные периоды для указанных ледников. Благоприятный режим их существования поддерживался исключительно интенсивным лавинным питанием. Лавины не только поставляют большое количество снега в область аккумуляции, но и перекрывают мощной толщей снега конечные части ледников, который не тают даже в течение жаркого лета [7]. Отметим, что длина ледников горного массива Псеашхо сокращалась с разной скоростью. Она была более интенсивной в 1907–1976 гг., однако в последующие 20 лет скорость отступления значительно замедлилась и в отдельные годы ледники массива Псеашхо (№ 35 и 36) находились в стационарном состоянии (рис. 6, табл. 7).

Некоторые из обследованных нами ледников иногда незначительно наступали, например ледник Холодный (№ 30). В 1959 г. язык ледника находился на ригеле. В 1985 г. ледник выдвинулся вперед и свешивался с ригеля, почти достигая дна долины и заканчиваясь на высоте 2000 м [23]. Обследование ледников этого района в августе

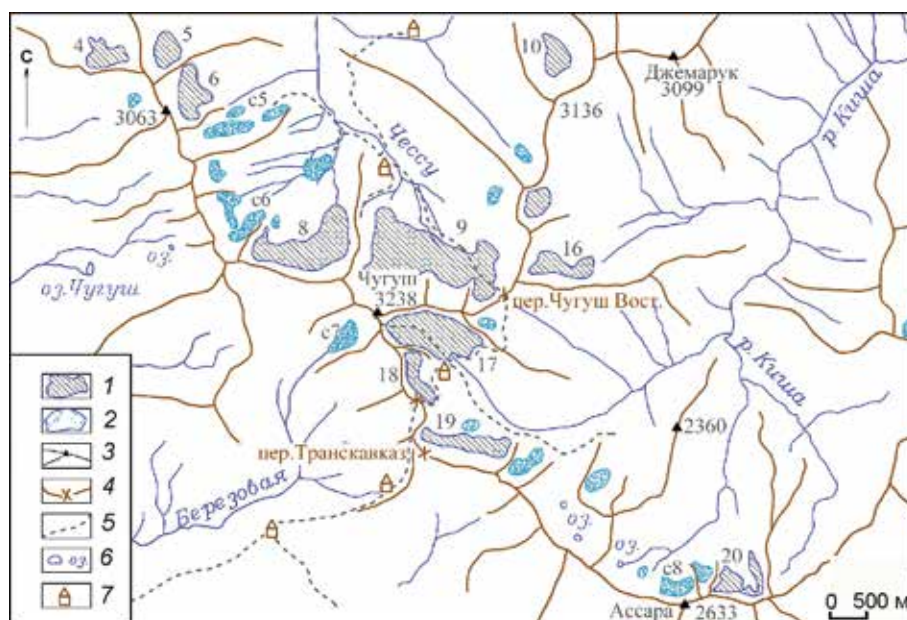


Рис. 4. Схема ледников и снежников в горных массивах Чугуш–Ассара–Джемарук на 2013 г.:

1 – ледники; 2 – снежники; 3 – хребты, отдельные вершины; 4 – перевалы; 5 – пути подхода к ледникам; 6 – озёра; 7 – базовые лагеря

Fig. 4. Plan of glaciers and snow-patches on the Chugush–Assara–Djemaruck massif for 2013:

1 – glaciers; 2 – snow-patches; 3 – ridges, tops; 4 – passes; 5 – ways to approach glaciers; 6 – lakes; 7 – basic camp

Таблица 6. Динамика колебания конца языка ледника Фишт № 1 за 1905–2013 гг.*

Период наблюдений, годы	Число лет	Колебание за весь период, м	Среднее за год, м
<i>Восточный язык</i>			
1905–1956	51	–120,0	–2,4
1956–1965	9	–44,0	–4,9
1965–1977	12	–26,6	–2,2
1977–1978	1	+0,2	+0,2
1978–1981	3	+1,1	+0,4
1981–1982	1	0,0	0,0
1982–1983	1	+0,3	+0,3
1983–1984	1	–5,7	–5,7
1984–1985	1	0,0	0,0
1985–1986	1	–5,9	–5,9
1986–1987	1	0,0	0,0
1987–1988	1	–2,4	–2,4
1988–1989	1	0,0	0,0
1989–1990	1	0,0	0,0
1990–1991	1	–0,8	–0,8
1991–1992	1	0,0	0,0
1992–1993	1	0,0	0,0
1993–1994	1	0,0	0,0
1994–1999	5	+2,0	+0,4
1999–2013	14	–35,0	–2,5
<i>Западный язык</i>			
1983–1984	1	–2,5	–2,5
1984–1986	2	–6,8	–3,4
1986–1991		–	
1991–1999	8	–11,8	–1,5
1999–2013	14	–34,7	–2,5

*Прочерк – нет сведений.

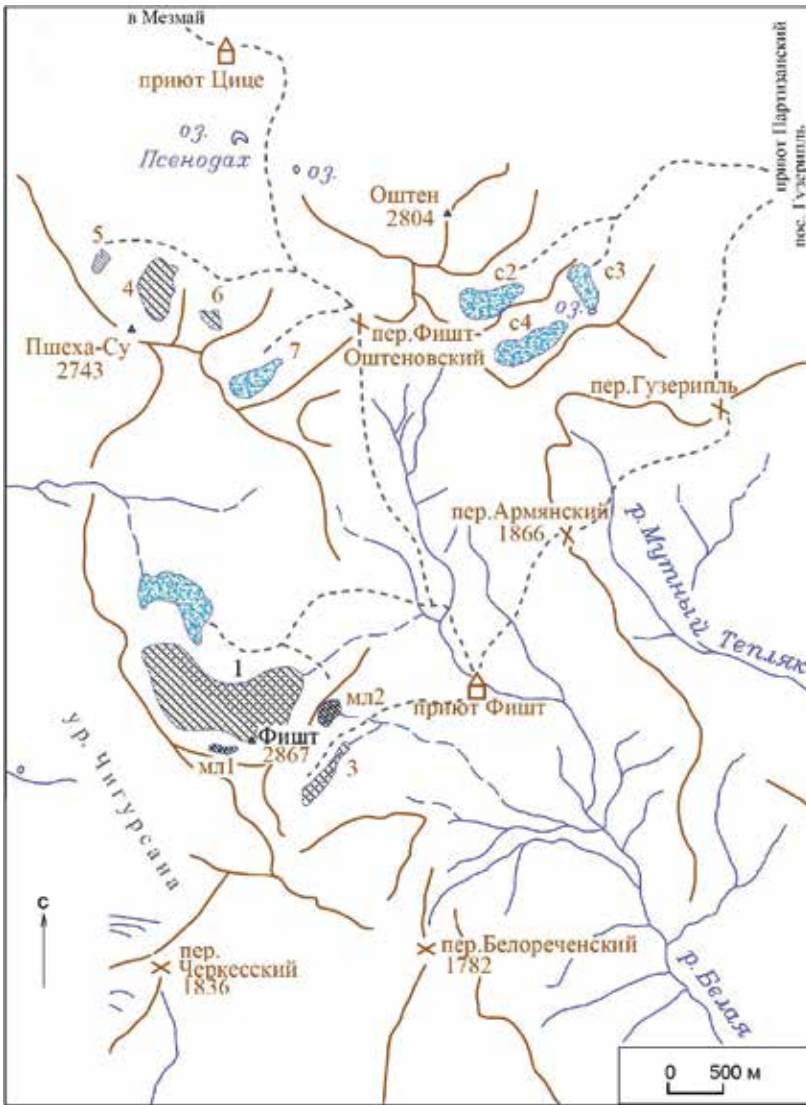


Рис. 5. Схема ледников и снежников горного массива Фишт–Пшеха-Су на 2013 г. Условные обозначения см. на рис. 4
Fig. 5. Plan of glaciers and snow-patches of the Fisht – Pshekha-Su massif of on 2013. Symbols see Fig. 4

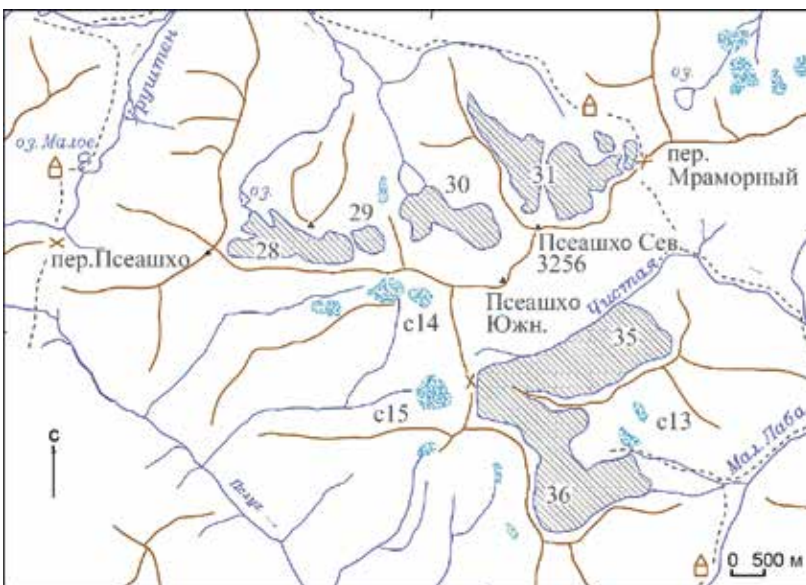


Рис. 6. Схема ледников горного массива Псеашхо на 2013 г. Условные обозначения см. на рис. 4
Fig. 6. Plan of Glaciers on the Pseashkho massif for 2013. Symbols see fig. 4

Таблица 7. Динамика колебания концов языков ледников Псеашхо

Период наблюдений, годы	Число лет	Колебание за весь период, м	Среднее за год, м
<i>№ 35</i>			
1907–1965	58	–100,0	–1,7
1965–1976	11	–25,0	–8,3
1976–1977	1	–0,9	–0,9
1977–1982	5	0,0	0,0
1982–1984	2	+0,7	+0,4
1984–1985	1	–0,6	–0,6
1985–1986	1	–1,7	–1,7
1986–1987	1	0,0	0,0
1987–1988	1	0,0	0,0
1988–1989	1	0,0	0,0
1989–1990	1	0,0	0,0
1990–2013	23	–18,4	–0,8
<i>№ 36</i>			
1983–1984	1	–2,3	–2,3
1984–1990	6	–7,8	–1,3
1990–2013	23	–12,0	–0,5

1987 г. А.В. Погореловым показано, что конец языка ледника занимал такое же положение, как в 1985 г. [18]. В 2007 г. по результатам наших исследований установлено, что ледник значительно отступил и занял положение выше скального ригеля. Исследования, выполненные нами в начале сентября 2013 г., показали, что конец языка ледника находится в том же положении, что и в 2007 г. Следы продвижения языка ледника можно обнаружить и ниже, в долине р. Холодная (наличие фрагментов сравнительно свежих конечных морен). Таким образом, можно предположить, что ледник Холодный – активный и может то продвигаться вперёд, то сокращаться по длине в зависимости от современных климатических условий и снеголавинного режима. Некоторые исследователи считают этот ледник пульсирующим, однако наши исследования не подтверждают эту точку зрения (рис. 7, а).

Распад ледников внутри каров, исчезновение ледников. Анализ крупномасштабных топографических карт и космических снимков LANDSAT-7 (ETM+) и TERRA ASTER (EOS AM-1) показывает, что некоторые наиболее крупные ледники горных массивов в последние десятилетия распадаются на мелкие, в результате изменяются и число, и площадь ледников. Причём в одних ледниковых районах происходит увеличение этих параметров, а в других – уменьшение. Аналогичный характер изменения числа ледников отмечается и в рас-

сматриваемом регионе. Так, на горном массиве Фишт исчез малый ледник, но отчленился новый. В последние десятилетия от ледника Мраморный (№ 31) отделилось два малых ледника, да и сам ледник распался на два ледника (см. рис. 7, в), а от ледника № 28 отчленился небольшой ледник № 29 (см. рис. 7, б).

Выводы

1. В настоящее время в бассейнах рек Белая и Малая Лаба находится 60 ледников общей площадью 15,4 км², расположенных в их истоках.

2. На основе измерений на концевых участках ледников установлена устойчивая повсеместная тенденция их отступления в исследуемом районе. Здесь, как и в других ледниковых бассейнах Большого Кавказа, последние несколько десятилетий размеры современного оледенения сокращаются. При этом наблюдаются распад более крупных ледников, сокращение их размеров, исчезновение малых ледников, появление меньших по размерам ледников в результате отчленения от крупных. На месте растаявших ледников остаются снежники, сохраняющие некоторые свойства ледников (фирновые ледники).

3. Вместе с тем ледник Малый Фишт за последние 20 лет почти не изменил свои размеры. Этот ледник отличается от других тем, что у него отступают верховья ледника, а не язык, и при этом об-

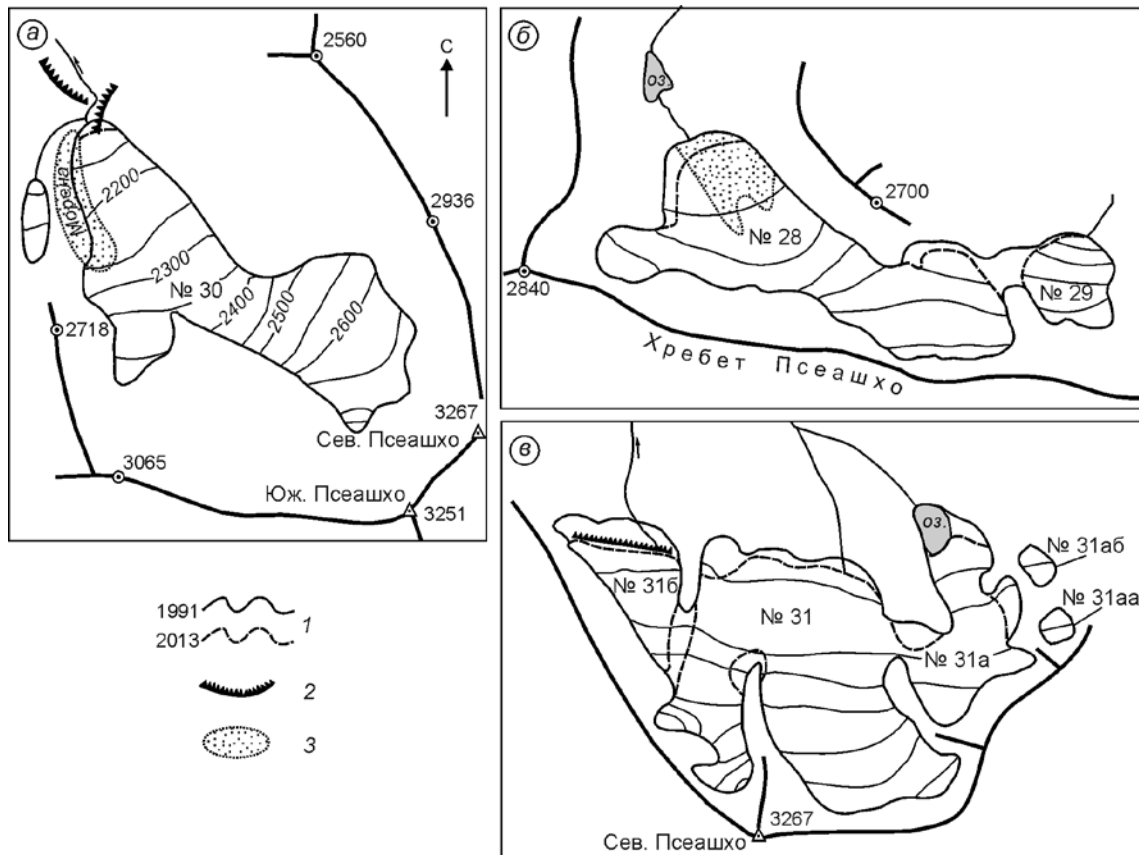


Рис. 7. Деградация ледников горного массива Псеашхо в 1991–2013 г.:
 1 – границы ледников в 1991 и 2013 гг.; 2 – скальные уступы; 3 – морены
Fig. 7. Degradation of glaciers of the Pseashkho mountain in 1991–2013:
 1 – Glaciers front in 1991 and 2013; 2 – ridges; 3 – moraines

нажаются заглаженные скалы. Такая необычная ситуация обусловлена массовым падением снежных лавин с крутого скального склона горы Фишт на конец языка ледника. От крупных ледников отделились совсем маленькие леднички: на горе Фишт – один (под гребнем вершины, выше Большого ледника № 1), в истоках р. Мраморная – два (под перевалом Мраморный); три фирновых ледника на горе Оштен существуют много лет. От ледника № 28 отделился ледник № 29 (номера даны по Каталогу ледников СССР, 1967 г.).

Благодарности. Авторы признательны сотрудникам ООО «Инжзащита» К.Г. Самаркину-Джарскому и Е.В. Исаевой, начальнику Снеголавинной и селевой партии Г.Б. Горлову за огромную работу по организации и проведению экспедиции по исследованию ледников Западного Кавказа в 2013 г. Особую благодарность выражаем: Б.А. Тарчевскому и Д.А. Комарову, бескорыстно представившим свои материалы по исследованию ледников гор-

ных массивов Фишт, Чугуш и Псеашхо; В.Д. Панову, сделавшему ценные замечания по рукописи статьи; Н.А. Силенко за подготовку рукописи статьи, а также заместителю директора Кавказского государственного заповедника Н.Б. Ескину за организационную и финансовую поддержку по реализации проекта.

Литература

1. Буш Н.А. Описание и главнейшие результаты третьего путешествия по Северо-Западному Кавказу в 1899 г. // Изв. РГО. 1900. Т. 36. Вып. 3. С. 227–298.
2. Буш Н.А. Ледники Западного Кавказа // Зап. ИРГО по общей географии. Т. 32. Вып. 4. СПб., 1905. С. 1–135.
3. Григор Г.Г. Отчет о гляциологических работах 1929 и 1930 гг. в районе Кавказского заповедника. Описание ледников Западного Кавказа (верховьях рр. Белой, Киши и Уруштена) // Тр. Показательного Кавказского заповедника: Т. 1. Ростов-на-Дону, 1936. С. 58–66.
4. Динник Н.Я. Горы и ущелья Северо-Западного Кавказа // Природа. Кн. 2. М., 1877. С. 47–77.
5. Динник Н.Я. Верховья Малой Лабы и Мзымта // Зап. КОРГО. 1902. Кн. 22. Вып. 5. С. 1–73.

6. Ефремов Ю.В., Тарчевский Б.А. Современное оледенение горного массива Фишт-Оштен // Сб. тезисов науч.-практич. конф. «Проблемы Лагонакского нагорья». Краснодар: Изд-во Кубанского гос. ун-та, 1987. С. 27–29.
7. Ефремов Ю.В., Ильичев Ю.Г., Панов В.Д. Ледяное ожерелье Кубани. Краснодар: Изд-во «Традиция», 2012. 227 с.
8. Животнов А.Д. Динамика метеорологических параметров на территории Кавказского заповедника // Тр. Кавказского природного биосферного заповедника: Вып. 18. Сочи: Изд-во Сочинского гос. ун-та, 2008. С. 7–18.
9. Ильичев Ю.Г., Салпагаров Д.С. Малые формы оледенения: распространение, режим и динамика (на примере Западного Кавказа). М: НИА Природа, 2003. 128 с.
10. Каталог ледников СССР: Т. 8. Ч. 1–4. Бассейн р. Кубани / Под ред. В.Д. Панова и В.И. Кравцовой). Л.: Гидрометеиздат, 1967. 124 с.
11. Лурье П.М., Панов В.Д., Ткаченко Ю.Ю. Река Кубань: Гидрография и режим стока. СПб.: Гидрометеиздат, 2005. 498 с.
12. Лурье П.М., Панов В.Д., Ильичев Ю.Г., Салпагаров А.Д. Снежный покров и ледники бассейна реки Кубань // Тр. Тебердинского гос. природного биосферного заповедника: Вып. 41. Кисловодск: Северо-Кавказское изд-во МИЛ, 2006. 244 с.
13. Панов В.Д. Эволюция современного оледенения Кавказа. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 432 с.
14. Панов В.Д. Климатические условия и экологическое состояние горной зоны Карачаево-Черкесской Республики // Оценка экологич. состояния горных и предгорных экосистем Кавказа. Вып. 3 / Под ред. Д.С. Салпагарова. Ставрополь: Изд-во «Кавказский край», 2000. С. 53–62.
15. Панов В.Д., Панова С.В. Изменение ледников и высоты фирновой линии в горах Краснодарского края в XX и начале XXI столетий // Сб. статей «География Краснодарского края» / Под. ред. Ю.В. Ефремова. Краснодар: Изд-во Кубанского гос. ун-та, 1994. С. 43–51.
16. Панов В.Д., Ильичев Ю.Г., Салпагаров А.Д. Колебания ледников Северного Кавказа за XIX–XX столетия // Тр. Тебердинского гос. природного биосферного заповедника. Вып. 47. Кисловодск: Северо-Кавказское изд-во МИЛ, 2008. 332 с.
17. Панов В.Д., Ефремов Ю.В. Изменение температуры воздуха и атмосферных осадков на Западном и Северо-Западном Кавказе в конце XX – начале XI вв. // Географич. исследования Краснодарского края. Вып. 4. / Под ред. А.В. Погорелова. Краснодар: Изд-во Кубанского гос. ун-та, 2009. С. 96–105.
18. Погорелов А.В. Изменения температуры воздуха холодного полугодия на Большом Кавказе за период проведения регулярных метеорологических наблюдений // Оценка экологич. состояния горных и предгорных экосистем Кавказа. Вып. 3. Ставрополь: Изд-во «Кавказский край», 2000. С. 62–69.
19. Подозерский К.И. Ледники Кавказского хребта (Каталог) // Зап. КОИРГО. 1911. Кн. 29. Вып. 1. Тифлис. С. 1–200.
20. Руководство по гляциологическим работам в горах. М.: Гидрометеиздат, 1960. 103 с.
21. Руководство по составлению Каталога ледников СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 154 с.
22. Руководство по картометрическим работам для определения гидрографических характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 130 с.
23. Тарчевский Б.А. Ледники, озера Сочинского Причерноморья. Сочи: Изд-во Сочинского гос. ун-та, 2000. 54 с.
24. Тарчевский Б.А., Ефремов Ю.В., Самаркин-Джарский К.Г. Современное оледенение горного массива Псеашхо (Западный Кавказ) // Тезисы докл. науч. конф. «Природно-ресурсный потенциал горных районов Северного Кавказа». Краснодар: Изд-во Кубанского гос. ун-та, 1987. С. 164–166.
25. Хрусталёв Ю.П., Панова С.В. Снеговые линии Большого Кавказа. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского гос. ун-та, 2002. 143 с.

Summary

Changes in area of glaciation and quantity of individual glaciers in basins of rivers Malaya Laba and Belaya (West Caucasus) are investigated. The Glacier Inventories of 1911 [19] and 1967 [10] and space imagery for 2000–2012 are used as the base materials. Sizes of some glacier were corrected in field studies by GPS positioning and ground theodolite surveys. It was determined that, like in many other glacier basins of the Great Caucasus, the glaciations in this region decreased. For the period of 1902/1906–2013 the glaciations area reduced by 12.0 km² (or by 43.8%). For the same period the glacier quantity decreased by eight (11.8%), and in 2013 sixty glaciers remained. According to calculations, mean annual rate of the glacier retreat amount to about 2 m. Small glaciers and snow patches remain in places of melted glaciers which keep some properties of glaciers (so called firn glaciers).