

issledovaniya na Kaspii. Rezultaty NIR za 2001 g. [Fishery researches on the Caspian Sea: Results of NIR for 2001], Astrakhan, Caspian Fisheries Research Institute Publ. House, 2002, pp. 86–97.

8. Kurochkina T. F., Nasibulina B. M., Popova O. V., Khoroshko V. I. Ekologo-toksikologicheskaya kharakteristika Volgo-Kaspiyskogo basseyna v usloviyakh antropogennoy vozdeystviya [Ecological and toxicological characteristics of the Volga-Caspian basin in the conditions of anthropogenic impact]. *Rybokhozyaystvennyye issledovaniya na Kaspii. Rezultaty NIR za 1999 g.* [Fishery researches on the Caspian Sea. Results of NIR for 1999], Astrakhan, Caspian Fisheries Research Institute Publ. House, 1999. 150 p.

9. Sokolskiy A. F., Shiganova T. A., et al. Biologicheskoe zagryaznenie Kaspiyskogo morya grebnevikom Mnemiopsis leidy i pervye rezultaty ego vozdeystviya na pelagicheskuyu ekosistemu [Biological pollution of the Caspian Sea by ctenophore Mnemiopsis leidy and the first results of its impact on a pelagic ecosystem]. *Rybokhozyaystvennyye issledovaniya na Kaspii: Rezultaty NIR za 2005 g.* [Fishery researches on the Caspian Sea: Results of NIR for 2005], Astrakhan, Caspian Fisheries Research Institute Publ. House, 2006. 512 p.

10. Sokolskiy A. F., Kamakin A. M. Raspreделение grebneviка Mnemiopsis sp. v Kaspiyskom more v 2001 g. [Distribution of ctenophore Mnemiopsis sp. in the Caspian Sea in 2001]. *Rybokhozyaystvennyye issledovaniya na Kaspii: Rezultaty NIR za 2001 g.* [Fishery researches on the Caspian Sea: Results of NIR for 2001], Astrakhan, Caspian Fisheries Research Institute Publ. House, 2002. 630 p.

11. Tsikhon-Lukanina E. A., Reznichenko O. G., Lukasheva T. A. Uroven potrebleniya lichinok ryb grebnevikom mnemiopsisom v pribrezhe Chernogo moraya [Consumption level of the fish larvae by the ctenophore Mnemiopsis in the coastline of the Black Sea]. *Okeanologiya* [Oceanology], 1993, vol. 33, no. 6, pp. 895–899.

12. Larson R. J. Feeding and Functional Morphology of the Lobate Ctenophore Mnemiopsis mcredyi. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 1988, vol. 27, pp. 495–502.

13. Miller R. J. *Distribution and energetics of an estuarine population of the ctenophore Mnemiopsis leidy*, Raleigh, North Carolina State University Publ. House, 1970. 78 p.

14. Nelson Th. C. On the occurrence and food habitat of ctenophores in New Jersey Island coastal waters. *Biological Bulletin*, 1925, vol. 48, pp. 92–111.

ЛАВИННАЯ И СЕЛЕВАЯ ОПАСНОСТЬ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА И ТЕНДЕНЦИИ ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА

Ефремов Юрий Васильевич

доктор географических наук, профессор

Кубанский государственный университет

350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

E-mail: efremov_kubsu@mail.ru

Шумакова Алена Александровна

аспирант

Кубанский государственный университет

350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

E-mail: extremalka@mail.ru.

Сделано обоснование лавинно-селевой опасности и выявлены тенденции ее изменения для районов Западного Кавказа. В этих районах планируется проведение Зимних Олимпийских игр и других спортивных и рекреационных мероприятий. Анализируется температура воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. Среднегодовая температура воздуха возросла за 1971–2010 гг. на 0,35 °С. Наибольшее ее возрастание на 0,9 °С зарегистрировано на метеостанции Псебай. Годовая сумма атмосферных осадков за 1977–2007 гг. увеличилась

в среднем на 103 мм, или на 9,1 %. Во все сезоны года на всей рассматриваемой территории произошло увеличение атмосферных осадков, достигающее наибольших величин осенью. Изменилось число дней со снежным покровом. Оно сократилось на 10–15 % на высотах 2000–2500 м и возросло на более значительных высотах. Линейные тренды изменялись на МС Клухорский перевал 0,036 дней/год, МС Красная Поляна – 0,60 дней/год и МС Горный – 0,27 дней/год. То есть за 1971–2010 гг. число дней со снежным покровом на северном склоне Западного Кавказа сократилось на 1,4 дня в год, а на южном – на 24 дня в год. На МС Горный (перевал Гойтх), расположенной на Северо-Западном Кавказе на высоте 325 м, число дней со снежным покровом сократилось на 11 дней. Установлено усиление лавинной активности на высотах более 2000 м и сокращение на низких высотах. Акцентируется внимание на слабой изученности селевых процессов. В последние годы в связи с увеличением среднегодовой суммы атмосферных осадков и возросшим антропогенным влиянием на природную среду значительно возросла селевая активность. Увеличилось число катастрофических селевых потоков и паводков, которые сопровождалась крупными разрушениями и человеческими жертвами. Особенно заметно возрастание селевой опасности в бассейне р. Мзымта – горном кластере Зимних Олимпийских игр Сочи 2014 вследствие вырубки лесов и нарушения устойчивости горных склонов при строительстве многочисленных объектов.

Ключевые слова: лавина, селевой поток, атмосферные осадки, снежный покров, температура воздуха, линейный тренд, изменение климата, лавинная опасность, селевая угроза

AVALANCHE AND MUDFLOW DANGER OF WEST CAUCASUS AND TRENDS OF CHANGE WITH A CLIMATIC CHANGE

Efremov Yuriy V.

D.Sc. in Geography, Professor

Kuban State University

149 Stavropolskaya st., Krasnodar, 350040, Russian Federation

E-mail: efremov_kubsu@mail.ru

Schumakova Alena A.

Post-graduate student

Kuban state university

149 Stavropolskaya st., Krasnodar, 350040, Russian Federation

E-mail: extremalka_@mail.ru

Justification of avalanch and mudflow danger and a tendency of its change to regions of Western Caucasus is made. In these regions holding the Winter Olympic Games and other sporting and recreational events is planned. An air temperature, atmospheric precipitation and snow cover is analyzed. Average annual air temperature increased for 1971–2010 on 0,35 °C. Its greatest increase on 0,9 °C the page is registered on a Psebay meteorological station. The annual sum of an atmospheric precipitation for 1977–2007 increased on the average by 103 mm, or for 9,1 %. During all seasons of year in all considered territory there was the increase in an atmospheric precipitation reaching the greatest sizes in the fall. The number of days with snow cover was reduced by 10–15% at the heights of 2000–2500 m and increased at more considerable heights. Linear trends changed on MS the Klukhorsky pass of 0,036 days/year, MS Krasnaya Polyana – 0,60 of days year and MS Mountain – 0,27 days/year, i.e. for 1971–2010 the number of days with snow cover on a northern slope of Western Caucasus was reduced by 1,4 days a year, and on southern one for 24 days a year. On MS Gornay (the pass Goytkh), located in the Northwest Caucasus at the height of 325 m, the number of days with snow cover was reduced by 11 days. Strengthening of avalanche

activity at the heights more than 2000 m and reduction at low heights is established. The attention is focused on weak study of mudflow processes. In recent years in connection with increase in the average annual sum of an atmospheric precipitation and the increased anthropogenous influence on environment mudflow activity considerably increased. The number of catastrophic mudflows and high waters which were accompanied by large destructions and loss of human life increased. Mudflow danger increase in Mzymta the river basin – a mountain cluster of the Winter Olympic Games of Sochi 2014 of in a consequence of deforestation and violation of stability of hillsides when building numerous objects is especially noticeable.

Keywords: avalanche, mud stream, atmospheric precipitation, snow cover, air temperature, linear trend, climate change, avalanche danger, mud threat

Введение

В последние годы на Большом Кавказе обострилась проблема чрезвычайных ситуаций, связанных со сходом снежных лавин и селевых потоков. Такие ситуации обусловлены глобальным потеплением климата и усиливающейся с каждым годом хозяйственной деятельностью (вырубкой лесов, освоением альпийской зоны под лыжные трассы, строительством дорог и т. п.).

В пределах Западного Кавказа катастрофические природные ситуации возникают довольно часто (например, сход снежных лавин в январе 2013 г. и селевых потоков в августе того же года на федеральную трассу Адлер – Красная Поляна), создавая чрезвычайные обстановки в горной территории и на Черноморском побережье Кавказа. Число чрезвычайных ситуаций с большим материальным ущербом и человеческими жертвами, по нашим предварительным оценкам, будет возрастать. Особенно остра проблема обеспечения лавинной и селевой безопасности при проведении будущих Зимних Олимпийских игр Сочи 2014. Поскольку многие соревнования и тренировочные сборы планируется проводить в горах Западного Кавказа в бассейнах рек Мзымта, Белая, Теберда и Большой Зеленчук, которые относятся к зонам сильной лавинной и селевой опасности.

Некоторые аспекты, связанные с изменением лавинной и селевой активности, которые обусловлены глобальным потеплением, отражены в работах М.Т. Абшаева [1], Ю.В. Ефремова [6, 8], Л.М. Китаева [14], П.М. Лурье [16] и А.Д. Олейникова [19]. Однако в указанных работах не в полной мере освещаются эти проблемы для районов проведения очередных зимних олимпийских игр и других спортивных и рекреационных мероприятий.

Для оперативной деятельности снеголавинной службы и составления лавинных и селевых прогнозов необходима детальная информация о снежном покрове, лавинах и селевых потоках, которые являются основными факторами риска и ущерба в районах проведения рекреационных и спортивных мероприятий.

Следует отметить, что в указанных районах не проводятся наблюдения за динамикой снежных лавин и селевых потоков ни Краснодарским гидрометеоцентром, ни подразделениями СК УМС и МЧС.

В настоящее время некоторые виды работ по лавинной и селевой тематике в районе Красной Поляны осуществляются преимущественно кафедрой региональной и морской геологии Кубанского государственного университета, географическим факультетом МГУ и Снеголавинной и селевой партией ООО «Инжзащита».

Исходя из этого, назрела острая необходимость регулярных снеголавинных и селевых исследований в горах Западного Кавказа с использованием современ-

ных научных достижений. Успешное решение поставленных задач возможно лишь при организации стационарных наблюдений на специализированных станциях и экспедиционных исследованиях горной территории Западного Кавказа.

В данной статье сделано обоснование лавинной и селевой опасности и тенденции ее изменения для районов Западного Кавказа. В этих районах планируется создание горнолыжных и туристских центров и проведение различных соревнований.

Исходные данные

Исходная метеорологическая информация получена по данным метеостанций Аибга (2225 м), Красная Поляна (566 м) кордон Лаура (575 м), Горная (325 м), расположенных на южном склоне Западного и Северо-Западного Кавказа, а также метеостанций Теберда (1323 м), Клухорский перевал (2037 м) и Архыз (1456 м), Даховская (504 м), находящихся на северном склоне в бассейнах рек Белая, Теберда и Большой Зеленчук соответственно. Для установления трендовых зависимостей по основным метеорологическим показателям использовались данные метеостанций с длинными рядами (не менее 50 лет) Красная Поляна, Теберда, Клухорский перевал, Архы, Даховская и Горная.

Информация за последнее десятилетие по снежному покрову, сходу снежных лавин и селевых потоков получена сотрудниками селевой партии ООО «Инжзащита», а также кафедрой региональной и морской геологии Кубанского государственного университета. В работе использовались доступные литературные источники, космические снимки, фондовые материалы и результаты опроса жителей.

Результаты исследований

Лавинная и селевая деятельность определяется в основном величиной снегозапасов в горах, количеством рыхлого селевого материала, температурным режимом и количеством атмосферных осадков. Поэтому необходимо проанализировать изменение климатических показателей за последние десятилетия и установить зависимости между ними, лавинной и селевой активностью в исследуемом районе.

Изменение элементов климата на Западном Кавказе. Изменение современных климатических условий отмечается на планете повсеместно. Наиболее подробные сведения имеются об изменении температуры воздуха и атмосферных осадков, полученные по инструментальным наблюдениям и косвенными методами. Так, за 1910–1990 гг. температура воздуха изменялась в пределах 0,3–0,6 °С. После 1990 г. началось интенсивное ее повышение и к 2010 г. оно превысило величину 0,5 °С. Отмечается и дальнейшее ее увеличение (рис. 1) [2].

Изменение климатических условий происходит и в рассматриваемом регионе. Однако сведения о величинах изменения температуры воздуха и атмосферных осадков приводятся только в нескольких работах и в основном для локальных районов [1, 2, 13, 15, 19, 22].

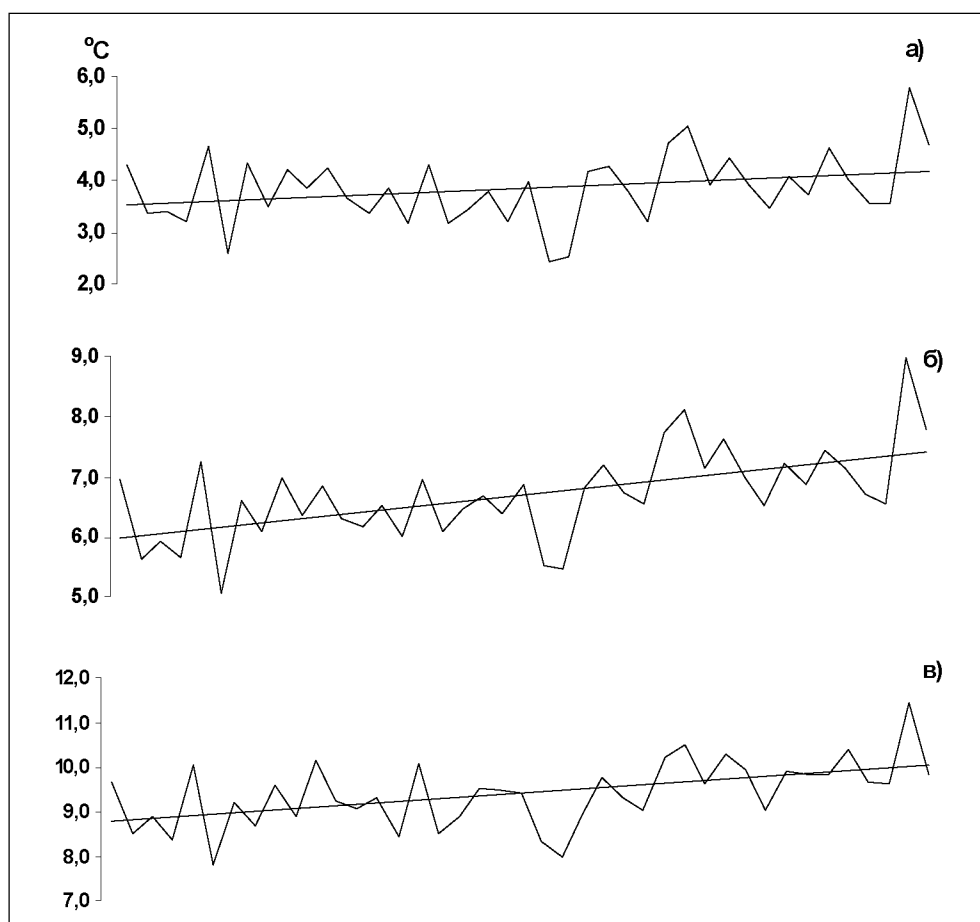
В настоящее время на территории северного склона Западного Кавказа работает 10 метеорологических станций, расположенных на высотах 315–2070 м. Для анализа изменения температуры воздуха и атмосферных осадков за 1971–2007 гг. взято 5 станций. На этих станциях за рассматриваемый период не было переноса метеоплощадок, и не прерывались метеорологические наблюдения.

Устойчивое увеличение температуры воздуха и атмосферных осадков, на рас-

смаатриваемой территории, началось интенсивно в семидесятих годах XX столетия. Температура воздуха (среднегодовая и сезонная) за 1971–2007 гг. увеличилась на всей рассматриваемой территории. При этом средняя годовая температура в регионе возросла на 0,35 °С. Минимальное увеличение средней годовой температуры воздуха возрастает с востока на запад от 0,2 °С на М Клухорский Перевал до 0,4 °С на М Горный (табл. 1; рис. 1).

Таблица 1
 Увеличение температуры воздуха за год и сезоны за 1971–2007 гг.
 от средних многолетних, °С

Станция	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
Клухорский Перевал	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1
Теберда	0,3	0,4	0,4	0,4	0,1
Псебай	0,3	0,9	0,3	0,0	0,1
Даховская	0,3	0,6	0,5	0,3	0,2
Горный (Гойтх)	0,4	0,6	0,5	0,3	0,1



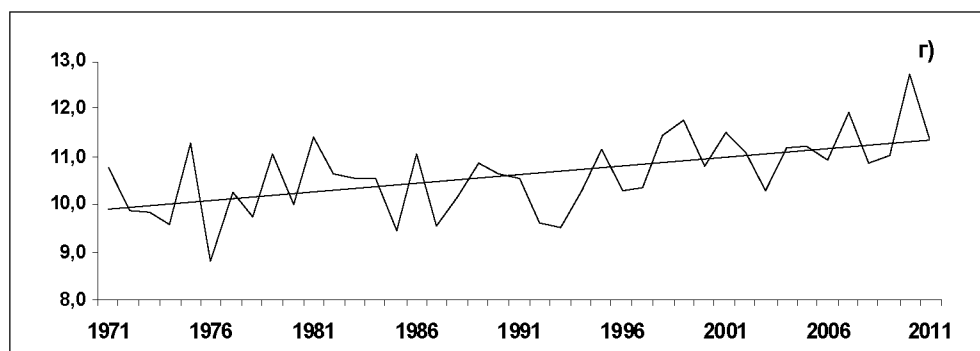


Рис. 1. Тренд средней годовой температуры воздуха по метеорологическим станциям северного склона Западного и Северо-Западного Кавказа за 1971–2011 гг.: а) Клухорский Перевал; б) Теберда; в) Даховская; г) Горный

Изменение климатических условий происходит и в рассматриваемом регионе. Однако сведения о величинах изменения температуры воздуха и атмосферных осадков приводятся только в нескольких работах и в основном для локальных районов [1, 2, 13, 19, 22]. В работе П.М. Лурье и других исследователей [15] эти данные приведены для обширной территории – бассейна р. Кубань.

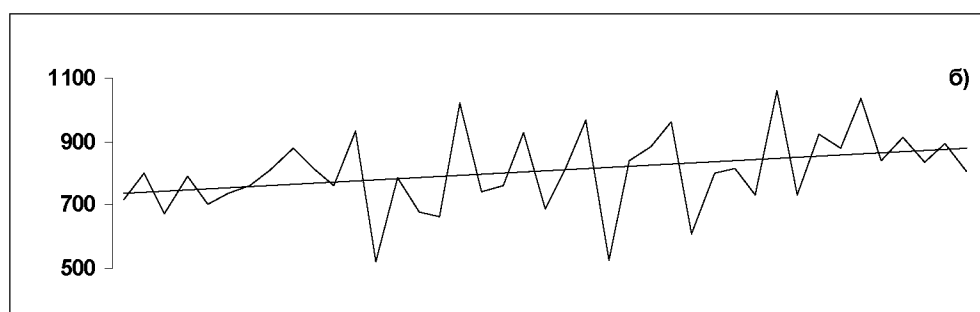
По сезонам года увеличение температуры воздуха произошло на 0,1–0,9 °С, при наибольшей величине зимой (0,9 °С) и весной (0,5 °С). Минимальное возрастание температуры воздуха отмечалось осенью и летом – 0,1 °С.

Атмосферные осадки. Годовая сумма атмосферных осадков увеличилась на всей рассматриваемой территории за 1971–2007 гг. в среднем на 103 мм, или 9,1 %. В целом во все сезоны года на всей рассматриваемой территории произошло увеличение атмосферных осадков, достигающее наибольших величин осенью. Наиболее значительное увеличение атмосферных осадков произошло на МС Горный (169 мм) и МС Клухорский Перевал (167 мм) (табл. 2; рис. 2).

Таблица 2

Отклонение количества атмосферных осадков за год и сезоны за 1971–2007 гг. от средних многолетних, мм

Станция	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
Клухорский Перевал	167	39	4	29	95
Теберда	103	26	11	23	43
Псебай	25	3	-10	15	17
Даховская	53	-19	20	27	25
Горный	169	54	35	-4	84



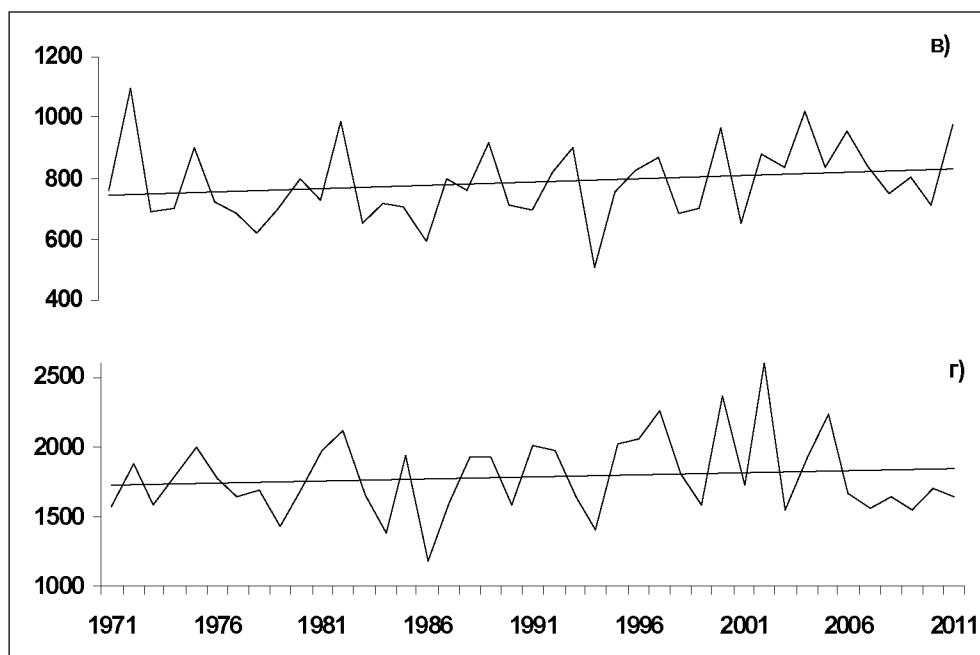


Рис. 2. Тренд годовых сумм атмосферных осадков по метеорологическим станциям северного склона Западного и Северо-Западного Кавказа за 1971–2011 гг. Метеостанции: а) Клухорский Перевал; б) Теберда; в) Даховская; г) Горный

В то же время на ряде станций зимой, весной и летом за 197–2007 гг. отмечается уменьшение количества атмосферных осадков, которое достигало 4–19 мм или 1–14 % за соответствующий сезон. Уменьшение количества атмосферных осадков отмечено зимой на МС Даховской (19 мм), весной – на МС Псебай (10 мм) и летом на МС Горный (4 мм). Число дней с атмосферными осадками в целом сократилось за счет уменьшения числа дней с малым количеством осадков (до 1,0 мм). Но произошло увеличение числа дней с осадками более 10 мм.

Снежный покров. В 1971–2007 гг. происходило изменение и других метеорологических элементов. Вышеуказанное изменение климатических условий за 1971–2010 гг. привело к настоящему времени к изменению режима снежного покрова и динамики снежных лавин. Одновременно с увеличением температуры воздуха и атмосферных осадков за холодный период происходит уменьшение числа дней со снежным покровом с линейным трендом на МС Клухорский перевал 0,036 дней/год, МС Красная Поляна – 0,60 дней/год и МС Горный – 0,27 дней/год. За 1971–2010 гг. число дней со снежным покровом на северном склоне Западного Кавказа сократилось на 1,4 дня в год, а на южном – на 24 дня в год. На МС Горный (перевал Гойтх), расположенной на Северо-Западном Кавказе на высоте 325 м, число дней со снежным покровом сократилось на 11 дней (рис. 3; табл. 3).

Таблица 3

**Средние даты появления, схода и разрушение снежного покрова
и среднее число дней его залегания**

Станция	Высота н.у.м., м	Появление снежного покрова	Устойчивый снежный покров		Сход снежного покрова	Число дней
			образование	разрушение		
Ачишхо	1880	12.X	2.XI	11.VI	14.VI	29
Красная Поляна	503	29.XI	29.XII	12.III	1.IV	9
Кордон Лаура	575	30.X	01.I	16.III	01.IV	02
Аибга	2225	18.X	17.XI	29.V	11.VI	15

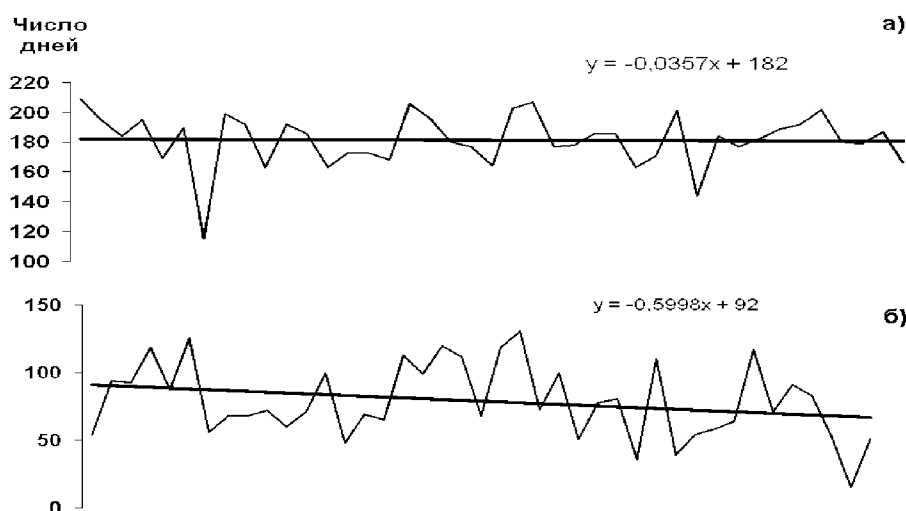


Рис. 3. Линейный тренд числа дней со снегом: а) МС Клухорский Перевал; б) МС Красная Поляна; в) МС Горный

Как видно из рисунка 3, изменение числа дней со снежным покровом от года к году изменяется весьма значительно. Например, на МС Клухорский перевал в 1976–1977 гг. число дней со снегом было равно 115 дням. В то время как в 1992/1993 г. оно достигало 207 дней. Еще больше была амплитуда колебания числа дней со снегом на МС Красная Поляна (табл. 3). Число дней со снежным покровом сократилось на 10–15 % на высотах до 2000–2500 м и возросло на более значительных высотах.

Наряду с изменением числа дней со снежным покровом важно знать и толщину снега на различных высотных уровнях, которая изменчива как во времени, так и в пространстве. Имеющиеся данные по снежному покрову свидетельствуют о крайней неравномерности распределения толщины снега как во времени, так и по отдельным горным районами и высотным зонам. Сведения, полученные по снежному покрову, в большей мере носят эпизодический характер, за исключением немногочисленных данных, полученных по нескольким горным станциям. Запас воды в снеге уменьшился также на высотах до 2000–2500 м, а выше увеличился на 8–10 %.

Материалы снегомерной съемки показывают, что толщина и водность снега различны как в отдельные годы, так и в течение одного зимнего сезона

(табл. 4). Толщина снега за последние десятилетия по многим метеостанциям была ниже нормы (табл. 5). Вместе с тем по отдельным метеостанциям, например, в 2005/2006, 2008/2009 гг. в январе и в конце марта она была выше нормы. В экстремально снежные зимы толщина снега намного превышала норму в несколько раз [14]. Например, в районе Красной Поляны такие многоснежные зимы, когда средняя толщина снежного покрова колебалась от 100 до 450 см, наблюдались в 1948/49, 1949/50, 1953/54, 1975/76, 1982/83, 1986/87, 1988/89, 1988/89, 1991/92 гг. [10]. По рассказам местных жителей, в эти годы сходили катастрофические лавины объемом до 1 млн м³. Такие же лавины были зарегистрированы в 1975/76 гг. в Домбае, в Архызе, в Кавказском биосферном заповеднике, в Красной Поляне и в других местах [12, 24].

Таблица 4
Толщина, плотность, водность снежного покрова за период 1976–1992 гг. по снегомерному маршруту пос. Красная Поляна – перевал Аншха II

Даты измерений	Толщина снега, см			Плотность, г/см ³	Водность, мм	Толщина ледяной корки, мм
	305	327	289			
19.03.1976	305	327	289	0,40	1120	–
22.03.1977	197	190	163	0,35	606	5
15.03.1978	208	227	175	0,36	749	–
17.03.1979	291	310	274	0,41	1193	10
07.03.1980	191	215	165	0,31	595	–
23.03.1981	306	328	274	0,39	1193	10
11.03.1982	332	346	305	0,36	1195	–
09.03.1983	345	382	320	0,28	966	–
16.03.1984	185	205	170	–	–	–
15.03.1985	241	275	211	0,37	802	–
16.03.1986	166	198	132	0,39	655	–
16.03.1987	423	456	409	0,42	1777	10
16.03.1988	307	334	280	0,34	1044	–
19.04.1988	199	238	172	0,44	876	–
13.03.1989	292	325	227	0,44	1285	–
17.03.1989	310	337	290	–	–	–
18.03.1991	147	177	124	–	–	–
01.04.1992	229	258	186	–	–	–

Таблица 5

Толщина снега (см) за 2010–2011 г.

Станция	2010 г.												2011 г.														
	9			10			11			12			1			2			3			4			5		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Архыз																											
средняя	–	–	–	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	2	0	5	1	8	7	2	0	1	1	1			
норма	–	–	–	–	–	–	–	–	5	7	1	5	0	2	5	6	5	5	1	0	4						
Теберда																											
средняя	–	–	–	–	–	–	2	0	0	0	0	5	1	0	8	2	4	1	3	0	0	0	0	2	–	–	–

норма			•	•	•	•	3	4	6	6	8	8	9	1	1	2	0	9	7	4	2	1	1	•	•	•	•
Клухорский Перевал																											
сред- няя	-	0	0	0	2	2	3	0	-	1	3	0	4	3	9	1	5	9	3	20	9	0	25	00	8	0	-
норма	•	•	•	•	1	2	0	1	5	5	1	2	7	01	07	16	25	33	43	41	36	12	9	9	7	4	•

Лавинная опасность и тенденции ее изменения

По наблюдениям за последние 75 лет установлено, что годы с повышенной снежностью не всегда совпадают с годами наибольшей лавинной активности [12, 19]. В рассматриваемом районе за указанный период отмечены следующие годы с высокой лавинной активностью: 1931/32, 1941/42, 1943/44, 1944/45, 1947/48, 1953/54, 1955/56, 1962/63, 1967/68, 1975/76, 1986/87, 1992/93, 1996/97 [18, 20].

Необходимо отметить, что зимы с очень высокой лавинной активностью не обязательно являются многоснежными. В этом случае достаточно одного месяца с большим количеством снега в зиму, которая характеризуется средней многолетней снежностью. Тесная зависимость лавинной активности с высокой снежностью служит хорошей основой для фоновых прогнозов лавинной активности на территории северного склона Большого Кавказа [3]. Повторяемость лет с очень высокой лавинной деятельностью на Кавказе довольно четко совпадает с минимумом в 11-летнем цикле солнечной активности. Например, самые крупные лавинные катастрофы в зимы 1975/76 и 1986/87 гг. связаны с минимумами солнечной активности в 1975 и 1986 гг. [18].

Вышеуказанное изменение климатических условий за 1971–2010 гг. привело к настоящему времени к изменению режима многих современных процессов, в том числе и лавинного режима.

Учитывая ожидаемое дальнейшее изменение климатических условий как минимум до середины XXI в., возможно, до конца этого столетия можно ожидать дальнейшее изменение лавинной активности. По нашим данным, на середину XXI в. (2041–2060 гг.) температура воздуха увеличится на 2,1+0,8 °С летом, на 3,4+0,9 °С зимой. Сумма атмосферных осадков возрастет также на 1,5 % летом и 11,5 % зимой. К 2080–2090 гг. температура воздуха соответственно увеличится на 4,2+1,4 °С и 6,8+1,4 °С, а количество осадков – на 0,9+0,1 % и 25+8 %.

Вышеотмеченные произошедшие и происходящие изменения климата приводят к существенному изменению режима снежных лавин. Так, в 1971–2008 гг. увеличение продолжительности залегания снежного покрова и его толщины происходило в рассматриваемом регионе на высотах более 2000 м. Например, на МС Клухорский Перевал за этот период произошло увеличение толщины снежного покрова с трендом 1,92 см/год. Одновременно отмечается увеличение числа сошедших снежных лавин в верховьях притоков рек Кубань, Шахе, Мзымта на высотах свыше 2000 м н.у.м.

В соответствии с изменением климата к середине XXI в. лавинная опасность в рассматриваемом регионе изменится следующим образом [1, 11]:

- сократится лавиноопасный период на высотах 1500–2000 м;
- резко уменьшится деятельность снежных лавин в высотной зоне 1500–2000 м и прекратится в высотной зоне ниже 1000 м.

Селевая опасность и тенденции ее изменения

Наряду со снежными лавинами, селевые потоки и оползни – главная угроза олимпийским, рекреационным и промышленным объектам. Если лавинной безопасности уделяется много внимания, то селевая угроза до сих пор остается до конца не осознанной. Поэтому не предпринимаются эффективные меры противоселевой защиты.

Для исследуемой территории накоплен достаточно большой объем фактического материала об отдельных сторонах селевых процессов и явлений. Но он не дает в целом представления о селевой ситуации в регионе [3, 7, 9, 11, 25].

На Западном Кавказе, в том числе и в Краснодарском крае, селевые потоки формируются в горной зоне повсеместно. Они обусловлены орографическими, тектоническими, геоморфологическими, геолого-литологическими, почвенно-растительными, антропогенными и особенно гидрометеорологическими условиями. Основными причинами формирования селей в указанном регионе являются ливневые осадки, активное таяние снега, льда на ледниках, прорывы эфемерных озер, подруженных оползневыми и обвальными массами. Критическая величина ливневых осадков, которые являются спусковым крючком для схода селей, колеблется от 25 до 100 мм за сутки и интенсивностью более 0,1 мм/мин.

Твердой составляющей селевых потоков являются рыхлые отложения скального пояса, современных и древних морен, осыпей, оползней, а также аллювиальные, делювиальные, обвально-осыпные отложения эрозионных форм рельефа [26].

Прохождение селей отмечается с марта по ноябрь. В условиях неустойчивой зимы на Северо-Западном Кавказе с частыми оттепелями и выпадающими жидкими осадками возможно усиление селевых процессов и явлений в зимние месяцы. Такое происходит ежегодно в последние пять лет в горах на южном склоне Западного Кавказа и в районе Красной Поляны. В этих районах четко выражены зоны различной заснеженности горных склонов.

Среди них для формирования селей важную роль играет зона неустойчивого снежного покрова. В пределах этой зоны происходит неоднократное таяние снега, обильное смачивание и разжижение почв и грунтов во время зимних оттепелей. Такие условия в указанной выше зоне создают предпосылки к формированию оползней, обвалов и селей различного объема.

Очаги лавинного типа, развитые в среднегорном и высокогорном поясах в верховьях рек М. Лаба, Мзымта, Белая, Уруштен, Пшеха, Шахе и их притоков, часто являются не только источником снежных лавин, но и селевых потоков. Такое происходит при положительной температуре воздуха и выпадении жидких атмосферных осадков. Лавины обладают значительной энергией. Поэтому при падении лавинного снега на рыхлообломочный материал, лежащий в руслах и на склонах рек, довольно часто происходит переход этого материала в текучее состояние, вызывающее селевые потоки.

Водная составляющая селевых потоков формируется за счет выпадения атмосферных осадков, в результате совместного эффекта – снеготаяния и обильных дождей. Учитывая особенности глобального изменения климата с усилением выпадения атмосферных осадков на 20–30 % в год, следует предположить усиление селевой активности на Западном Кавказе и в том числе в исследуемом регионе.

В рассматриваемом регионе селевые потоки угрожают многим хозяйственным и рекреационным объектам – населенным пунктам, промышленным объектам, оздоровительным учреждениям, нескольким участкам автомобильных и железных дорог.

Формирование мощных разрушительных селей на Черноморском побережье Кавказа, а также в районе Красной Поляны, – ожидаемое и предсказанное ранее событие. Вопросы формирования селевых паводков на Черноморском побережье Кавказа, связанные с катастрофическими дождевыми ливнями в июле 1991 г., освещены в работах А.В. Погорелова [23], Ю.В. Ефремова [6, 7].

В последние годы число сходов селевых потоков значительно возросло. Многим населенным пунктам, хозяйственным и рекреационным объектам угрожают селевые потоки и паводки (рис. 4).

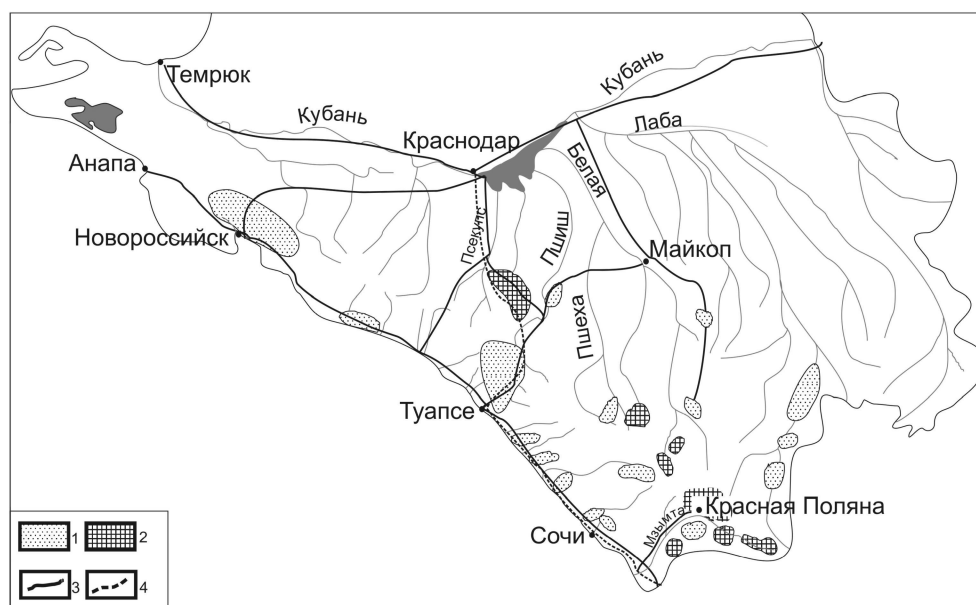


Рис. 4. Схема населенных пунктов, хозяйственных и туристско-экскурсионных объектов находящихся в лавинно-селевой зоне на территории Краснодарского края:
1 — лавинные зоны; 2 – селевые зоны; 3 – железные дороги; 4 – автодороги

Многочисленные воднокаменные и грязекаменные потоки образовались в январе, марте, июле и сентябре 2013 г. 13 марта утром в среду во время сильного и продолжительного дождя и значительного потепления селевые потоки сошли на левобережье реки Мзымта на участке от ручья Ржаной до р. Пслух. При этом федеральная автомобильная дорога и насыпная дамба, отделяющая вахтовый поселок строителей от русла реки Мзымта, были размыты и засыпаны селевыми отложениями. Селевые потоки были зарегистрированы по некоторым правым притокам р. Мзымта (Чвежипсе и Кепша), а также по малым рекам, впадающим в Черное море. Так, например, вечером 2 июля 2013 г. селевой поток сошел из-за непогоды и перекрыл железнодорожные пути в нескольких километрах от станции Шепси. Поезд, следовавший из Владикавказа в Адлер, врезался в сель. В результате столкновения колеса локомотива и следовавшего за ним вагона сошли с рельсов. На несколько часов движение поездов было блокировано.

Накопление переотложенных грунтов и строительного мусора на крутых склонах, вырубка леса, подрезание склонов при прокладке дорог и линейных коммуникаций создают потенциальную опасность схода антропогенных селевых потоков. В ближайшее время селевая опасность в указанном районе сохранится, если не будут разработаны дополнительные меры по уменьшению селевого риска и ущерба.

Заключение

1. Учитывая тенденции увеличения температуры воздуха и количества атмосферных осадков в холодный период, в ближайшие десятилетия в рассматриваемом регионе следует ожидать усиления активизации снежных лавин и селевых потоков.

2. На высотах более 2000 м в районах Главного, Бокового и Южного Бокового хребтов активизируется сход снежных лавин. В то же время лавинная деятельность резко сократится на высотах менее 2000 м. На Черноморском побережье Кавказа, преимущественно в районе Красной Поляны, при сильных продолжительных снегопадах с интенсивностью снегонакопления более 2 см в час и достижения толщины снега более 1 м за снегопад, возможен сход снежных лавин объемом более 100 тыс. м³. Такие лавины в низкогорной зоне неоднократно были зарегистрированы в 1975/76, 2005/2006, в конце января 2011/2012 гг., которые прерывали движение автотранспорта на несколько часов по федеральной автотрассе Адлер – Красная Поляна.

3. В связи с увеличением среднегодовой суммы осадков (ориентировочно на 15 %) и возросшим антропогенным воздействием на окружающую среду, возросла селевая активность на Черноморском побережье Кавказа. В последние пять лет значительно возросло число катастрофических антропогенных селей и паводков, приносящих огромный материальный ущерб. Особенно заметно возросла селевая опасность в бассейне р. Мзымта – горном кластере Зимних Олимпийских игр Сочи 2014. Основная причина схода селевых потоков – вырубка лесов, нарушение устойчивости горных склонов при крупномасштабном строительстве олимпийских объектов, а также накоплении антропогенных грунтов в верховьях малых рек. Тенденция возрастания селевой активности в ближайшие годы сохранится.

Список литературы

1. Абшаев М. Т. О тенденции изменения климата на Северном Кавказе / М. Т. Абшаев, А. М. Макарова, Н. В. Борисова // Тезисы докладов Всемирной конференции по изменению климата. – Москва : Институт глобальной климата и экологии Росгидромета и РАН, 2003. – С. 365–366.
2. Антропогенные изменения климата / под ред. М. И. Будыко, Ю. А. Израэля. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1987. – 407 с.
3. Волобуева Л. А. Условия формирования селевых потоков и селеопасные районы Северного Кавказа / Л. А. Волобуева, В. В. Хворостов // Тезисы докладов научно-практической конференции (15–18 октября Теберда). – Ростов-на-Дону, 2003. – С. 15–18.
4. Ворошилов В. И. Методические основы изучения природных факторов селеобразования в условиях Черноморского побережья Кавказа / В. И. Ворошилов // Материалы научной конференции по вопросам географии Кубани. – Краснодар, 1971. – С. 24–27.
5. Ворошилов В. И. Селевые паводки и меры борьбы с ними на южном склоне Северо-Западного Кавказа : автореф. дисс. ... канд. геогр. наук / В. И. Ворошилов. – Сочи : Сочинский филиал Краснодарского политехнического института, 1972. – 25 с.
6. Ефремов Ю. В. Антропогенные селевые потоки в бассейне реки Мзымта / Ю. В.

Ефремов // Опасные природные процессы в горах: уроки Кармадонской катастрофы : труды международного семинара к 10-летию катастрофы на леднике Колка 20 сентября 2002 г. – Владикавказ : Ирстон, 2012. – С. 15–19.

7. Ефремов Ю. В. Катастрофические природные процессы на Северо-Западном Кавказе / Ю. В. Ефремов, А. В. Николайчук, Д. Ю. Шуляков, Д. А. Лутков // Материалы конференции, посвященной 90 летию профессора С. П. Бальяна. – Ереван : Ереванский государственный университет, 2007. – С. 87–95.

8. Ефремов Ю. В. Предпосылки лавинной и селевой опасности в Красной Поляне зимой 2011–2012 гг. / Ю. В. Ефремов // Опасные природные процессы в горах: уроки Кармадонской катастрофы : труды международного семинара к 10-летию катастрофы на леднике Колка 20 сентября 2002 г. – Владикавказ : Ирстон, 2012. – С. 20–22.

9. Ефремов Ю. В. Селевой морфолитогенез на Большом Кавказе / Ю. В. Ефремов // Труды Второй конференции, посвященной 100-летию С. М. Флейшмана. – Москва : Московский государственный университет, 2012. – С. 21–23.

10. Ефремов Ю. В. Снежный покров р. Мзымта (Западный Кавказ) / Ю. В. Ефремов // Лавины и смежные вопросы : труды 3-ей международной конференции. – Кировск : Аппатит Медиа, 2006. – С. 34–37.

11. Залиханов М. Ч. Изменения климата и устойчивое развитие Российской Федерации / М. Ч. Залиханов // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 4. – С. 130–136.

12. Заруднев В. М. Снежные лавины Западного Кавказа / В. М. Заруднев, А. Д. Салпагаров, Ю. Г. Ильичев, И. И. Хома // Труды Тебердинского государственного биосферного заповедника. – 2004. – Вып. 37. – С. 1–190.

13. Иогансон В. Е. Северо-Западный селевой район / В. Е. Иогансон // Сели в СССР и меры борьбы с ними. – Москва : Наука, 1964. – С. 24–26.

14. Китаев Л. М. Экстремальные особенности снегонакопления горных и предгорных территорий (на примере Большого Кавказа) / Л. М. Китаев, Н. А. Володичева, А. Н. Кренке, А. Д. Олейников // Тезисы докладов Всемирной конференции по изменению климата (29 сентября – 3 октября 2003 г.). – Москва : Институт глобальной климата и экологии Росгидромета и РАН, 2003. – С. 529.

15. Лурье П. М. Изменение деятельности лавин на северном склоне Большого Кавказа в связи с климатическими изменениями / П. М. Лурье, В. Д. Панов // Экологический вестник научных центров ЧЭС. Приложение. – Краснодар, 2006 – С. 47–53.

16. Лурье П. М. Карачаево-Черкессия: климатические условия / П. М. Лурье, А. Г. Крохмаль, В. Д. Панов, С. В. Панова, М. Ч. Тамов. – Ростов-на-Дону : Ростовский государственный университет, 2000. – 196 с.

17. Олейников А. Д. Динамика лавинной деятельности на Кавказе в связи с изменениями климата в XX столетии / А. Д. Олейников, Н. А. Володичева // Материалы гляциологических исследований. – 1985. – Вып. 53. – С. 128–133.

18. Олейников А. Д. Повторяемость многоснежных зим и лавинных катастроф на Большом Кавказе в XX столетии / А. Д. Олейников, Н. А. Володичева // Материалы гляциологических исследований. – 2001. – Вып. 91. – С. 87–95.

19. Олейников А. Д. Снежность зим в районе Красной Поляны (Западный Кавказ) / А. Д. Олейников // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2010. – № 2. – С. 39–45.

20. Олейников А. Д. Снежность зим и лавинная деятельность на Большом Кавказе за период инструментальных наблюдений / А. Д. Олейников, Н. А. Володичева, А. В. Бояршинов // Материалы гляциологических исследований. – 2000. – № 88. – С. 74–78.

21. Панов В. Д. Изменение температуры воздуха и атмосферных осадков на Западном и Северо-Западном Кавказе в конце XX – начале XXI столетия / В. Д. Панов, Ю. В. Ефремов // Географические исследования Краснодарского края. – 2009. – Вып. 4. – С. 96–99.

22. Панов В. Д. Климатические условия и экологическое состояние горной зоны Карачаево-Черкесской Республики / В. Д. Панов // Оценка экономического состояния горных и предгорных экосистем Кавказа. – 2000. – Вып. 3. – С. 53–62.

23. Погорелов А. В. Обильные (катастрофические) осадки на территории Краснодарского края летом 1991 г. / А. В. Погорелов, Г. Г. Измайлов, И. В. Уманский // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем малых рек : сборник материалов межреспубликанской научно-практической конференции. – Краснодар, 1992. – Ч. 2. – С. 140–142.

24. Тропкина Е. С. Лавинный режим горных территорий СССР / Е. С. Тропкина // Итоги науки и техники. Серия Гляциология. – 1992. – Т. 11. – 186 с.

25. Хворостов В. В. Некоторые особенности селевых процессов в бассейнах рек Черноморского

побережья Краснодарского края / В. В. Хворостов // География Краснодарского края: антропогенные воздействия на окружающую среду. – Краснодар : Кубанский государственный университет, 1996 – С. 26–33.

26. Чернявский А. С. Закономерности распространения селевых процессов на Черноморском побережье Кавказа / А. С. Чернявский, Ю. В. Ефремов // Геоморфология. – 2010. – № 2. – С. 60–69.

References

1. Abshaev M. T., Makarova A. M., Borisova N. V. O tendentsii izmeneniya klimata na Severnom Kavkaze [About a climate change tendency in the North Caucasus]. *Tezisy dokladov Vsemirnoy konferentsii po izmeneniyu klimata* [Proceedings of the World Conference on Climate Change], Moscow, Institute of Global Climate and Ecology Hydromet and RAS Publ. House, 2003, pp. 365–366.

2. Budyko M. I., Izraeliya Yu. A. (ed.) *Antropogennyye izmeneniya klimata* [Anthropogenous climate changes], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1987. 407 p.

3. Volobueva L. A., Khvorostov V. V. Usloviya formirovaniya selevykh potokov i seleopasnye rayony Severnogo Kavkaza [Conditions of formation of mudflows and mudflow regions of North Caucasus]. *Tezisy dokladov nauchno-prakticheskoy konferentsii (15–18 oktyabrya Teberda)* [Proceedings of the Scientific and Practical Conference (October 15–18 Teberda)], Rostov-on-Don, 2003, pp. 15–18.

4. Voroshilov V. I. Metodicheskie osnovy izucheniya prirodnykh faktorov seleobrazovaniya v usloviyakh Chernomorskogo poberezhya Kavkaza [Methodical bases for studying of natural mudflow factors in the conditions of the Caucasus Black Sea coast]. *Materialy nauchnoy konferentsii po voprosam geografii Kubani* [Proceedings of the Scientific Conference on concerning Geography of Kuban], Krasnodar, 1971, pp. 24–27.

5. Voroshilov V. I. *Selevye pavadki i mery borby s nimi na yuzhnom sklone Severo-Zapadnogo Kavkaza* [The mudflow floods and fight against them on the southern slope of the North-West Caucasus], Sochi, Sochi branch of the Krasnodar Polytechnic Institute Publ. House, 1972. 25 p.

6. Yefremov Yu. V. Antropogennyye selevye potoki v bassejne reki Mzymta [Anthropogenous mudflows in a Mzymta river basin]. *Opasnye prirodnye protsessy v gorakh: uroki Karmadonskoy katastrofy : trudy mezhdunarodnogo seminaru k 10-letiyu katastrofy na lednike Kolka 20 sentyabrya 2002 g.* [Natural hazards in mountains: lessons of Karmadonsky disaster. Proceedings of the International seminar to the 10 anniversary of a disaster glacier September 20, 2002], Vladikavkaz, Iriston Publ. House, 2012, pp. 15–19.

7. Yefremov Yu. V., Nikolaychuk A. V., Shulyakov D. Yu., Lutkov D. A. *Katastroficheskie prirodnye protsessy na Severo-Zapadnom Kavkaze* [Catastrophic natural processes in the Northwest Caucasus]. *Materialy konferentsii, posvyashchennoy 90 le-tiyu professora S. P. Balyana* [Proceedings of the Conference devoted to Professor S. P. Balyan], Yerevan, Erevan State University Publ. House, 2007, pp. 87–95.

8. Yefremov Yu. V. *Predposylki lavinnoy i selevoy opasnosti v Krasnoy Polyane zimoy 2011–2012 gg.* [Premise of avalanche and mudflow danger in Krasnaya Polyana in the winter of 2011–2012]. *Opasnye prirodnye protsessy v gorakh: uroki Karmadonskoy katastrofy : trudy mezhdunarodnogo seminaru k 10-letiyu katastrofy na lednike Kolka 20 sentyabrya 2002 g.* [Hazardous natural processes in the mountains: lessons Karmadon disaster: Proceedings of International Workshop for the 10th anniversary of the catastrophe at the Kolka glacier September 20, 2002], Vladikavkaz, Iriston Publ. House, 2012, pp. 20–22.

9. Yefremov Yu. V. *Selevoy morfolitogenez na Bolshom Kavkaze* [Mudflow morhpologogenesis on Greater Caucasus]. *Trudy Vtoroy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu S. M. Fleyshmana* [Proceedings of the Second Conference devoted to S. M. Fleyshman's 100 anniversary], Moscow, Moscow State University Publ. House, 2012, pp. 21–23.

10. Yefremov Yu. V. *Snezhnyy pokrov r. Mzymta (Zapadnyy Kavkaz)* [Snow cover of the Mzymta River (Western Caucasus)]. *Laviny i smezhnye voprosy : trudy 3-ey mezhdunarodnoy konferentsii* [Avalanches and related issues. Proceedings of the 3rd International Conference], Kirovsk, Apatite of Media Publ. House, 2006, pp. 3–37.

11. Zalikhanov M. Ch. *Izmeneniya klimata i ustoychivoe razvitie Rossiyskoy Federatsii* [Climate changes and sustainable development of the Russian Federation]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], 2004, pp. 130–136.

12. Zarudnev V. M., Salpagarov A. D., Ilichev Yu. G., Khoma I. I. *Snezhnye laviny Zapadnogo Kavkaza* [Avalanches of Western Caucasus]. *Trudy Teberdinskogo gosudarstvennogo biosfernogo zapovednika* [Proceedings Teberdinsky State Biosphere Reserve], 2004, issue 37, pp. 1–190.

13. Ioganson V. Ye. Severo-Zapadnyy selevoy rayon [Northwest mudflow region]. *Celi v SSSR i mery borby s nimi* [Mudflows in the USSR and measures of fight against them], Moscow, Nauka Publ., 1964, pp. 24–26.
14. Kitaev L. M., Volodicheva N. A., Krenke A. N., Oleynikov A. D. Ekstremalnye osobennosti snegonakopleniya gornyykh i predgornyykh territoriy (na primere Bolshogo Kavkaza) [Extreme features of a snow accumulanin of mountain and foothill territories (on the example of Greater Caucasus)]. *Tezisy dokladov Vsemirnoy konferentsii po izmeneniyu klimata (29 sentyabrya – 3 oktyabrya 2003 g.)* [Proceedings of the World Conference on Climate Change (September 29 – October 3, 2003)], Moscow, Institute of Global Climate and Ecology Hydromet and RAS Publ. House, 2003, pp. 529.
15. Lure P. M., Panov V. D. Izmenenie deyatelnosti lavin na severnom sklone Bolshogo Kavkaza v svyazi s klimaticheskimi izmeneniyami [Change of activity of avalanches on a northern slope of Greater Caucasus in connection with climatic changes]. *Ekologicheskyy vestnik nauchnykh tsentrov ChES. Prilozhenie* [The Ecological bulletin of the ChES scientific centers. Appendix], Krasnodar, 2006, pp. 47–53.
16. Lure P. M., Krokhmal A. G., Panov V. D., Panova S. V., Tamov M. Ch. *Karachaev-Cherkessiya: klimaticheskie usloviya* [Karachay-Cherkessia: climatic conditions], Rostov-on-Don, Rostov State University Publ. House, 2000. 196 p.
17. Oleynikov A. D., Volodicheva N. A. Dinamika lavinnoy deyatelnosti na Kavkaze v svyazi s izmeneniyami klimata v XX stoletii [Dinamika of avalanche activity in the Caucasus in connection with climate changes in the XX century]. *Materialy glyatsiologicheskikh issledovaniy* [Proceedings of the glaciological researches], 1985, issue 53, pp. 128–133.
18. Oleynikov A. D., Volodicheva N. A. Povtoryaemost mnogosnezhnykh zim i lavinnykh katastrof na Bolshom Kavkaze v XX stoletii [Repeatability of multisnow winters and avalanche disasters on Greater Caucasus in the XX century]. *Materialy glyatsiologicheskikh issledovaniy* [Proceedings of the glaciological investigations], 2001, issue 91, pp. 87–95.
19. Oleynikov A. D. Snezhnost zim v rayone Krasnoy Polyany (Zapadnyy Kavkaz) [Snowiness winters in Krasnaya Polyana (Western Caucasus)]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography], 2010, no. 2, pp. 39–45.
20. Oleynikov A. D., Volodicheva N. A., Boyarshinov A. V. Snezhnost zim i lavinnaya deyatelnost na Bolshom Kavkaze za period instrumentalnykh nablyudeniy [Snowiness winters and avalanche activity on Greater Caucasus during tool supervision]. *Materialy glyatsiologicheskikh issledovaniy* [Proceedings of the glaciological investigations], 2000, no. 88, pp. 74–78.
21. Panov V. D., Yefremov Yu. V. Izmenenie temperatury vozdukh i atmosferykh osadkov na Zapadnom i Severo-Zapadnom Kavkaze v kontse XX – nachale XXI stoletiya [Change of air temperature and atmospheric precipitation on the West and North-West Caucasus in the end and the beginning XX–X century]. *Geograficheskie issledovaniya Krasnodarskogo kraya* [Geographical Researches of Krasnodar Region], 2009, issue 4, pp. 96–99.
22. Panov V. D. Klimaticheskie usloviya i ekologicheskoe sostoyanie gornoy zony Karachaev-Cherkesskoy Respubliki [Climatic conditions and ecological situation of a mountain zone of the Karachay-Cherkess Republic]. *Otsenka ekonomicheskogo sostoyaniya gornyykh i predgornyykh ekosistem Kavkaza* Assessment of an Economic Condition of Mountain and Foothill Ecosystems of the Caucasus], 2000, issue 3, pp. 53–62.
23. Pogorelov A. V., Izmaylov G. G., Umanskiy I. V. Obilnye (katastroficheskie) osadki na territorii Krasnodarskogo kraya letom 1991 g. [Abundant (catastrophic) precipitation in the Krasnodar Territory in the summer of 1991]. *Aktualnye voprosy ekologii i okhrany prirody ekosistem malyykh rek : sbornik materialov mezhpublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Topical issues of ecology and conservation of ecosystems of the small rivers. Proceedings of the Interrepublic Scientific and Practical Conference], Krasnodar, 1992, part 2, pp. 140–142.
24. Troshkina Ye. S. Lavinnyy rezhim gornyykh territoriy SSSR [Avalanche mode of mountain territories of the USSR]. *Itogi nauki i tekhniki. Seriya Glyatsiologiya* [Results of Science and Engineering. Glaciological series], 1992, vol. 11. 186 p.
25. Khvorostov V. V. Nekotorye osobennosti selevykh protsessov v basseynakh rek Chernomorskogo poberezhya Krasnodarskogo kraya [Some features of mudflow processes in of the rivers basins of the Black Sea coast of the Caucasus (Krasnodar region)]. *Geografiya Krasnodarskogo kraya: antropogemnye vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu* [Geography of Krasnodar Region: Anthropogenous Impacts on Environment], Krasnodar, Kuban state university Publ. House, 1996, pp. 26–33.
26. Chernyavskiy A. S., Yefremov Yu. V. Zakonomernosti rasprostraneniya selevykh protsessov na Chernomorskom poberezhie Kavkaza [Regularities in distribution of debris flow processes on the Black Sea Coast]. *Geomorfologiya* [Geomorphology], 2010, no. 2, pp. 60–69.