

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)

ТРУДЫ ВЫСОКОГОРНОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

ВЫПУСК 97

СКЛОНОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ



Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации
Федеральная служба по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)

ТРУДЫ
ВЫСОКОГОРНОГО
ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

ВЫПУСК
97

СКЛОНОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

г. Нальчик
2012

УДК 551.324+551.311.21+551.578.48+504.4.064.36

Редакционная коллегия:

В.О. Тапасханов (ответственный редактор)

Х.М. Калов (зам. ответственного редактора)

Л.М. Федченко (зам. ответственного редактора)

М.В. Барекова (ответственный секретарь)

М.Т. Абшаев, А.Х. Аджиев, К.Н. Анахаев, Б.А. Ашабоков, Б.М. Хучунаев, А.В. Шаповалов, М.К. Макуашев

Приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований склоновых процессов, других опасных гидрометеорологических явлений, загрязнения окружающей среды.

Представлена методика оценки экономической эффективности противолавинных мероприятий. Предлагается методика дистанционного изучения микро-рельефа недоступных и труднодоступных участков горных склонов с использованием угломерных геодезических приборов.

Приводятся результаты разработки новой автоматизированной системы для дистанционного мониторинга селевой и паводковой опасности.

Приводятся результаты исследования деградации оледенения, особенности развития камнепадов, лавин и селей.

Представлены результаты исследований закономерностей возникновения и распределения опасных метеорологических явлений на Северном Кавказе.

Приводятся результаты исследования загрязнения поверхностных вод в реках Центрального Кавказа.

Сборник рассчитан на специалистов в области исследования лавин, селей, других опасных гидрометеорологических явлений, загрязнения окружающей среды.

© Высокогорный геофизический институт, 2012

ISBN

© ООО «Печатный двор», 2012

О СОСТОЯНИИ ЛЕДНИКОВ И ЛЕДНИКОВЫХ ОЗЁР СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПОДНОЖИЯ ЭЛЬБРУСА В 2010 Г.

С северо-восточного склона Эльбруса спускаются ледники Бирджалычиран и Чунгурчатчиран. Их часто рассматривают как единый ледник Джикиганкез [5,6,7]. Состоянию этих ледников уделяется пристальное внимание на протяжении более 50 лет. Результаты исследований обобщены в монографиях [5,7]. В последней монографии по результатам фототеодолитных работ и анализа аэрофотоснимков детально охарактеризованы параметры ледников через определённые промежутки времени: 1957, 1979, 1997 гг.

В этом районе авторы проводили маршрутные экспедиции в 2007, 2008 [1] и 2010 гг. В последней экспедиции были выявлены значительные изменения ледников, что побудило опубликовать предварительные выводы в настоящей статье. В работе были использованы: космический снимок Spot 4 от 05.09.2010 г., любезно предоставленный ООО «ИТЦ СКАНЭКС» (авторские права принадлежат © CNES 2010, произведено ЛИЦЕНЗИАТОМ согласно лицензии SpotImage /СКАНЭКС»); вертолётные снимки К. М. Давыдова (23.07.2009, 15.06.2010; 30.08.2010 гг.), В. Копылова (15.09.2010 г.), а также космические снимки и аэрофотоснимки за период 1957-2010 гг.; вертолётные снимки М. Д. Докукина 2009 г. и маршрутные материалы авторов; фотографии Ю. А. Авакяна (2007, 2009 гг.), В. Ю. Акилова (2009 г.), М. В. Голубева (2006 г.), Э. В. Запорожченко (2006 г.), С. С. Черноморца (2007 г.) и др.

Изменения ледников

В работе [5] показано, что 45% уменьшения общего объёма ледников Эльбруса за период 1957-1997гг. приходится на ледники Чунгурчатчиран и Бирджалычиран. Сокращение площади этих ледников за указанное время составило 3,46 км². По нашим данным за 1957-2010гг. (сравнение аэрофотоснимков 1957г. и космического снимка Spot 4 2010г.) площадь ледников уменьшилась на 5,7 км² (рис. 1).

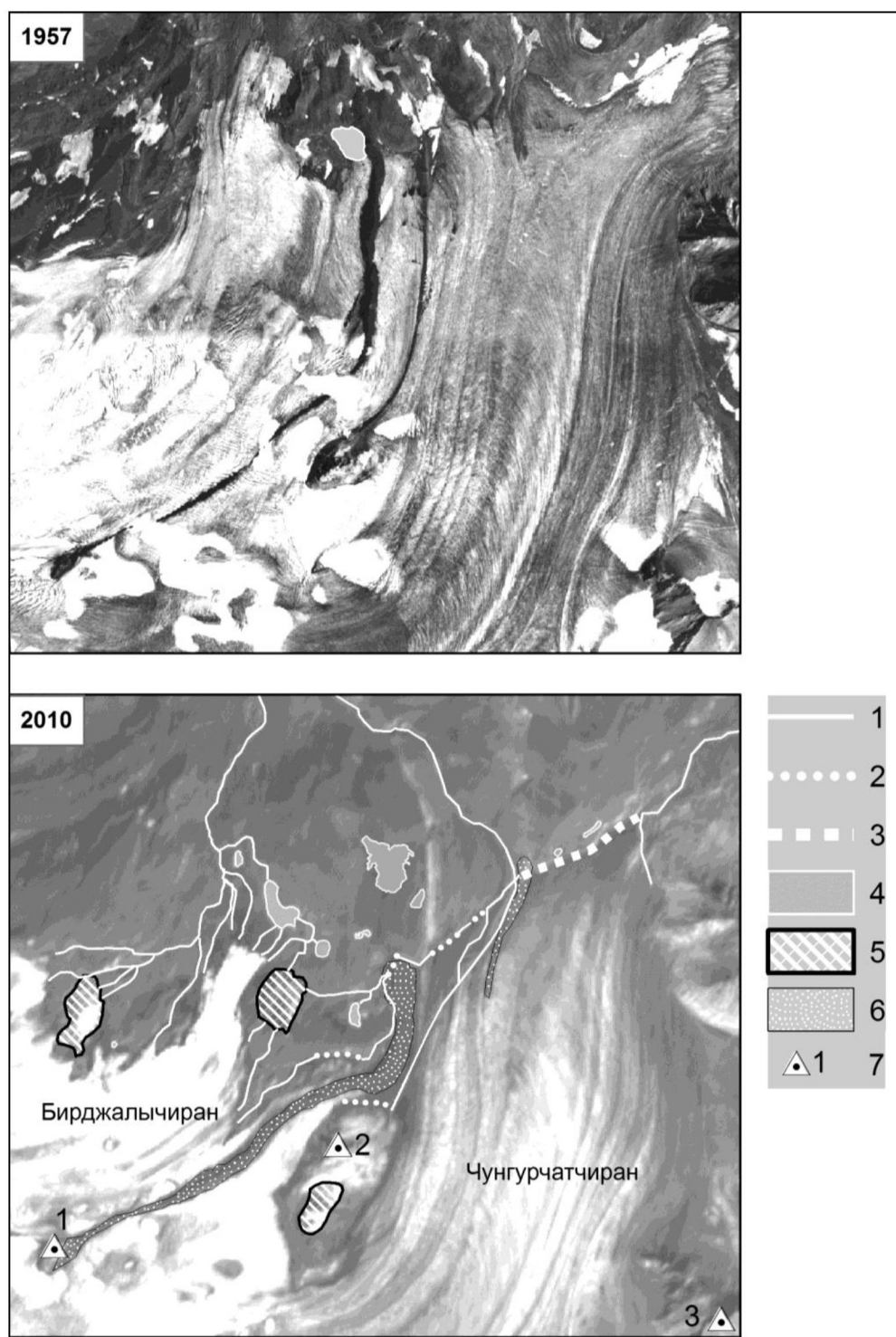


Рис.1 Состояние ледников и озёр в 1957 (аэрофотоснимки) и 2010 (фрагмент космического снимка Spot 4) гг.:

1 – поверхностные потоки талых ледниковых вод; 2 – участки подлёдного стока; 3 – будущее направление правой составляющей р. Бирджалы-Су после разрушения ледяной гряды; 4 – озёра в 1957 и 2010гг., 5 – характерные массивы мёртвых льдов, в 2010гг.; 6 – ледяные гряды срединных морен; 7 – характерные высотные отметки по карте М 1:25 000: 1) 3665м, 2) пик Калицкого 3581м, 3) 3678м.

Наиболее значительные изменения произошли с ледником Бирджалычиран. В створе скального выступа (нунатака) 3655м (на карте М 1:10 000 МГУ отметки другие – 3684м и 3744м) ширина ледника осталась прежней – около 2600м. В нижней части язык ледника разделился на три потока. Центральный поток ещё спускается на пологую площадку на высоте около 3300м, где сконцентрированы почти все современные озёра. Ширина окончания выводного языка составляет около 350м. Остальные потоки (правый и левый) отступили с пологой площадки лавового потока на склоны крутизной 13-18°. Боковые потоки льда, прилегающие к центральному, самому мощному потоку, отступили на расстояние 1500-1800м. Правый поток, разделённый срединно-моренной грядой красного цвета, тянувшейся от нунатака 3655м, в настоящее время интенсивно деградирует. Особенно быстро исчезает часть потока, прилегающая к гряде слева, которая потеряла связь с областью питания из-за того, что толщина льда стала недостаточной для преодоления поперечных ригелей в районе нунатака 3655м. В ближайшее время можно ожидать, что он полностью превратится в мёртвый лёд. Та же участь ждёт крайний правый поток центрального языка.

Ледник Чунгурчатчиран деградировал не так сильно. Справа он потерял поток льда, начинавшийся с вершин 3678м и 3629м (на карте МГУ 3679м и 3633м соответственно). Слева исчез поток льда, обтекавший пик Калицкого (3581м). На его месте сохраняется массив мёртвого льда, который с 2007г. уже сократился вдвое.

Весьма примечательно образование мощного водного потока, протекающего от подножия пика Калицкого вдоль левой границы ледника Чунгурчатчиран. Его ширина достигает 40-50м (рис.2). Начинается он с мёртвых льдов срединной морены, разделявшей ранее ледник Чунгурчатчиран и правый поток ледника Бирджалычиран. Образование нового поверхностного водного потока связано, вероятно, с процессом переформирования сети подлёдного стока.



Рис. 2. Верховья правой составляющей р. Бирджалы-Су в 2010 г.

Почти весь подлёдный сток правой ветви ледника Бирджалычиран сконцентрировался в одно русло. В результате этого происходит интенсивный размыв серии гряд срединных морен и смещение водного потока вправо с подрезкой и размывом единственной преграды в виде невысокой (до 4-5м) ледяной гряды срединной морены, разделяющей водосборные поверхности рек Бирджалы-Су и Кара-Кая-Су (рис. 2). Ещё в 2007г. на пути потока были две такие гряды. Есть все основания предполагать, что последняя преграда исчезнет ближайшие годы. В результате произойдёт кардинальная перестройка гидросети с перехватом большей части стока реки Бирджалы-Су рекой Кара-Кая-Су (рис.1, 3, 4).

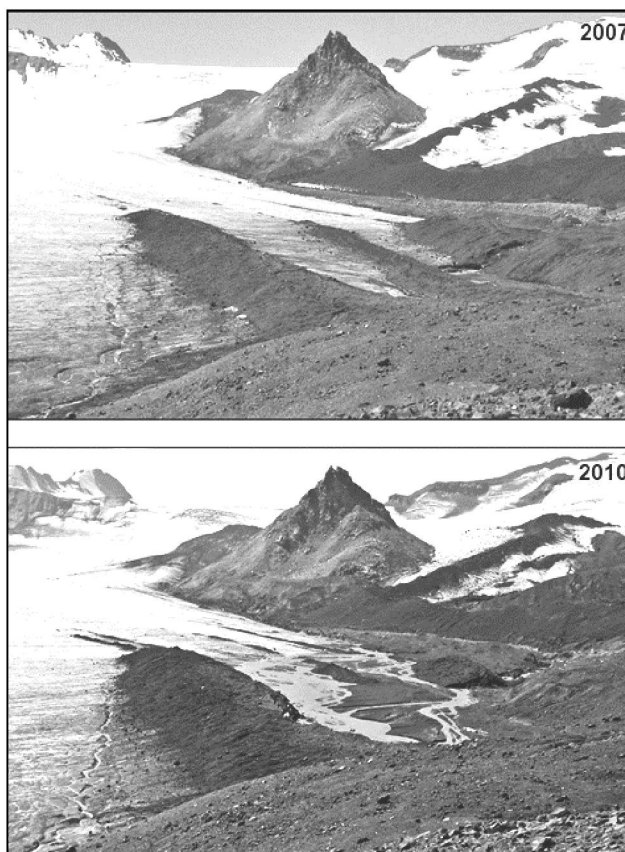


Рис. 3. Изменения в районе водораздела рек Кара-Кая-Су и Бирджалы-Су за период 2007-2010гг.

Деградация ледников Бирджалычиран и Чунгурчатчиран сопровождается отделением от ледников массивов мёртвых льдов. Перед ледником Бирджалычиран в 2010г. наблюдались три таких массива: 1) перед левым потоком, 2) к востоку от центрального потока, 3) к востоку от правого потока. Общая площадь их составляет $0,2\text{км}^2$. На начальном этапе отчленения от ледника, когда ещё не полностью оголился ригель в тыловой части массива, мёртвые льды по виду ничем не отличаются от ледника. Длительное время они сохраняются благодаря мощным, покрывающим их, метелевым снежникам. В сезоны, когда летом снежники полностью стаивают, деградация мёртвых льдов заметно усиливается.

Потоки льда, область питания которых расположена на больших высотах, отступают меньше. Повышение границы питания приводит к тому, что боковые потоки льда, область питания которых целиком превращается в область абляции, сокращаются очень быстро, но не так как ледники с отступанием концов, а

как мёртвые льды – резко уменьшается их толщина по всей площади. На космоснимках они ещё выглядят как ледники, но это уже лишь тонкий чехол льда. Примером может служить ледниковый поток, ранее бывший частью языка ледника Чунгурчатчиран, начинавшийся со склонов водораздельного гребня отрога г. Чаткара с отметками 3678 и 3629м.

Состояние озёр

Озёрам верховьев р. Малка посвящено несколько работ, среди которых можно выделить статьи, посвящённые прорыву озера в 1909г. [2], прорыву озера 11 августа 2006г. и селевой проблеме этого района [4,9], состоянию озёр в 2005г.[3,8].

На рис. 1 и 4 показаны все существующие озёра в районе ледников Бирджалычиран и Чунгурчатчиран в 2010г.

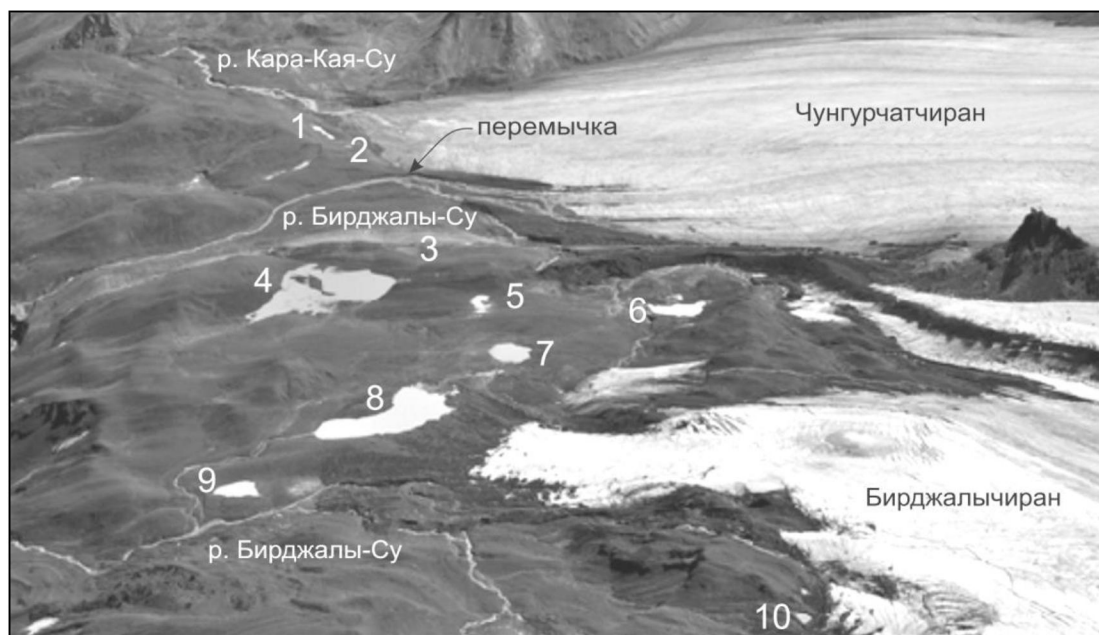


Рис. 4 Ледники Бирджалычиран и Чунгурчатчиран и группа озёр перед ними (фото К. М. Давыдова 30.08.2010г.). Стрелкой показана перемычка, отделяющая бассейны рек Бирджалы-Су и Кара-Кая-Су.

На рис.4 цифрами обозначены озёра: 1 и 2 – Юго-восточные Чунгурчатские, 3 – Треугольное (Юго-западное Чунгурчат), 4 – Северное Бирджалы, 5 – нижнее Восточное Бирджалы, 6 – остаточное Восточное Бирджалы, 7 – Круглое (остаточное Среднее Бирджалы [1]), 8 – Подкова, 9 – Западное Бирджалы, 10 –

Юго-западное Бирджалы. Озёра № 2 и №3 на фото почти не видны, их можно рассмотреть на схеме рис. 1.

За последние три года исчезли: 1) одно из самых стабильных озёр – Среднее Чунгурчат, существовавшее с 1979 по 2009гг.; 2) озеро Юго-Западное Чунгурчат, располагавшееся в 2007г. между грядями срединных морен; 3) одно их остаточных озёр на месте озера Восточное Бирджалы. Вдвое уменьшилось озеро Западное Бирджалы в результате заноса его отложениями потоков ледниковых вод.

Суммарные площади озёр, определённые в результате обследования и по аэрофотоснимкам и космическим снимкам, отображены в табл.1.

Таблица 1

Количество и суммарная площадь озёр в разные годы перед ледниками Бирджалычиран и Чунгурчатчиран

Год	Количество озёр	Площадь озёр, тыс. м ²
1957-2010		434
2005 [8]	11	226
2007 [1]	11	120
2010	10	112

Самое крупное озеро Северное Бирджалы имеет площадь около 55 тыс.м² и почти не меняется в размерах с 2002г. До этого озеро увеличивалось за счёт таяния мёртвого льда. С 11 августа 2006г. после прорыва озера Восточное Бирджалы сток с ледника в озеро Северное Бирджалы прекратился и теперь оно питается за счёт таяния снежников, часто перелетовывающих. Сток с озера постоянный в летнее время (об этом свидетельствуют данные наших маршрутов июля 2007 и 2008гг., фотографии Ю. А. Авакяна и В. Ю. Акилова июля 2009г., С. С. Черноморца августа 2007г., К. М. Давыдова августа 2010г.), но расход потока к концу лета заметно уменьшается.

Озеро Подкова приобрело свою форму к 2006г. после слияния двух небольших озёр, образовавшихся в 2003г. на пути прорыва озера Среднее Бирджалы [1]. По сравнению с 2007г. озеро заметно увеличилось (с 21 до 28 тыс.

м²) в результате сокращения мёртвых льдов ледника Бирджалычиран, ограничивающих озеро с юго-востока. В настоящее время озеро Подкова является проточным и не имеет преград, которые могли бы исчезнуть с понижением уровня озера и его прорывом.

Озеро Круглое (6,6 тыс.м²), расположенное восточнее, является остаточным на месте бывшего озера Среднее Бирджалы. В настоящее время озеро Круглое питается талыми водами мёртвых льдов, покрывающих склон над ним. Но доля талого стока становится всё меньше, так как он в большей степени направлен к востоку, в обход выступа коренного ложа, покрытого мореной.

До 2005г. на участке между озёрами Круглое и современным озером Подкова существовало промежуточное озеро треугольной формы, но к 2006г. в результате переформирования ледникового стока и протаивания невысокой перемычки оно исчезло.

Озеро Восточное Бирджалы остаточное (около 6,5 тыс.м²) питается талыми водами снежника и мёртвых льдов, покрывающих склон ригеля и имеет поверхностный сток.

Озеро юго-восточное Чунгурчатское №1 (2,6 тыс.м²) появилось в 2006 г. На снимке с МКС 2005г. его ещё не было. В 2007г. оно уже увеличилось в два раза и достигло почти 100м длины. В озеро поступал сток с ледника Чунгурчат, и оно было проточным. На момент обследования 29.08.2010г. оно уже не имело стока, его уровень был на 1,2м ниже максимального, отмеченного 11.10 2006г.[4], 19.07.2007г. и 23.07.2009г.

Озеро юго-восточное Чунгурчатское №2 (1,2 тыс.м²) появилось в 2007г. на небольшом массиве мёртвого льда. В 2009г. оно ещё не имело поверхностного стока. В 2010г. озеро почти полностью вытекло после вытаивания мёртвых льдов, ограничивающих озеро от склона, обращённого к леднику. Сток с мёртвых льдов теперь минует мелеющее озеро.

Моренная терраса, на которой расположены озёра №1 и №2, имеет коренное основание, как и гряда, отделяющая его от ледника Чунгурчат.

Озёра Треугольное и Восточное Бирджалы нижнее (№3 и №5 на рис. 4) занимают неглубокие понижения в рельефе с очень малыми водосборами. Они существуют в тех же размерах более 5 лет и не имеют стока.

Озеро Юго-западное Бирджалы (№10 на рис.4) образовалось в 2009г. Оно имеет площадь менее 1 тыс.м². Это первое озеро, образовавшееся на более высокой ступени лавового потока. Отступление ледников на этом участке может привести к образованию новых озёр.

Другими участками возможного озёрообразования на этой пологой ступени являются площадки к юго-западу от пика Калицкого по обе стороны от гряды срединной морены, в настоящее время ещё занятые ледниковым льдом. Благодаря высоким темпам деградации ледников в ближайшие годы этим участкам следует уделить особое внимание.

Существующие на настоящий момент озёра не являются прорывоопасными. Основанием для продолжения мониторинга за ними можно считать усилившиеся процессы деградации ледников и резкие изменения русел потоков ледниковых вод, при которых водные массы озёр могут служить дополнительными источниками для мощных паводков.

Авторы выражают благодарность ИТЦ «СканЭкс» за предоставление космического снимка Spot 4, ГУ МЧС по КБР за предоставленную возможность проведения аэровизуальных наблюдений в 2009г., М. М. Багову за содействие в проведении экспедиции, Ю. А. Авакяну, В. Ю. Акилову, М. В. Голубеву, К. М. Давыдову, Э. В. Запорожченко, В. Копылову, И. А. Лабутиной, С. С. Черноморцу за любезно предоставленные фотографии и материалы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багов Аз. М., Докукин М. Д., Савернюк Е. А. Особенности деградации ледников Бирджалычиран и Чунгурчатчиран северо-восточного подножия Эльбруса и эволюция приледниковых озёр за 50 лет // Материалы международной научной конференции «Гляциология в начале XXI века»,

Москва, 15-16 октября 2009 г. – М.: Университетская книга, 2009. – С. 156–161.

2. Герасимов А. О прорыве ледникового озера на NO склоне Эльбруса // Известия Геологического Комитета. – 1909. – Т. 28, № 7. – С. 156–160.
3. Ефремов Ю. В., Ильичёв Ю. Г., Николайчук А. В. Динамика современного оледенения и селевых процессов на северных склонах г. Эльбрус в истоках Малки // Труды Всероссийской конференции по селям 26-28 октября 2005 г. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – С. 210–220.
4. Запорожченко Э. В. Селевые потоки по рр. Кара-Кая-Су и Бирджалы-Су в Кабардино-Балкарии: сравнительный анализ прошлой и новейшей истории // Вестник Владикавказского научного центра. – 2008. – Т. 8, №1. – С. 33-43; №2. – С.27–33.
5. Золотарёв Е. А. Эволюция оледенения Эльбруса. Картографо-аэрокосмические технологии гляциологического мониторинга. – М.: Научный мир, 2009. – 238 с.
6. Каталог ледников СССР. Том 8. Северный Кавказ. Часть 5. Бассейны рек Малки, Баксана. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 145 с.
7. Оледенение Эльбруса. Под ред. Г. К. Тушинского. М.: МГУ, 1968. – 345 с.
8. Черноморец С. С., Тутубалина О. В. Селеопасные ледниковые озера как фактор угрозы при строительстве (на примере Северного Приэльбрусья) // Труды Всероссийской конференции по селям 26-28 октября 2005 г. М.: Издательство ЛКИ, 2008. – С. 202–207.
9. Черноморец С. С., Петраков Д. А., Тутубалина О. В., Сейнова И. Б., Крыленко И. В. Прорыв ледникового озера на северо-восточном склоне Эльбруса 11 августа 2006 г.: прогноз, событие и последствия. // Материалы гляциологических исследований. – 2007. – Вып. 102. – С. 219–223.