

Международный научный форум
«Ледник Колка: наблюдения, исследования, прогнозы»

Труды Международного семинара

**ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ
ПРОЦЕССЫ В ГОРАХ:
УРОКИ КАРМАДОНСКОЙ
КАТАСТРОФЫ**

**К 10-летию катастрофы на леднике Колка
20 сентября 2002 г.**



Владикавказ, Россия, 18-20 сентября 2012 г.

Редакторы: Ж.Ф. Шнайдер, С.С. Черноморец

Владикавказ
2012

International Scientific Forum
“Kolka Glacier: Observations, Research, Forecasts”

Proceedings of International Workshop

**NATURAL HAZARDS
IN MOUNTAINS:
LESSONS
TO BE LEARNED**

**dedicated to the 10th anniversary of
Kolka/Karmadon glacial disaster**



Vladikavkaz, Russia, 18-20 September 2012

Editors: J.F. Schneider, S.S. Chernomorets

Vladikavkaz
2012

УДК 551.311.8
ББК 26.823

Опасные природные процессы в горах: уроки Кармадонской катастрофы.
Труды международного семинара к 10-летию катастрофы на леднике Колка 20 сентября 2002 г. – Под ред. Ж.Ф. Шнайдера и С.С. Черноморца. – Владикавказ, 2012.

Natural hazards in mountains: lessons to be learned. Proceedings of International Workshop dedicated to the 10th anniversary of Kolka/Karmadon glacial disaster. – Ed. by J.F. Schneider and S.S. Chernomorets. – Vladikavkaz, 2012.

Содержание

Организаторы семинара	6
Организационные комитеты семинара	7
Введение	8
Л.В. Десинов, С.Л. Десинов. Итоги 10-летнего цикла изучения катастрофического выброса ледника Колка в 2002 году	9
Л.В. Десинов, В.А. Рудаков. Катастрофическое наводнение в городе Крымске 6–7 июля 2012 г.	10
Д.А. Петраков, В.Н. Дробышев, А.А. Алейников, К.А. Аристов, О.В. Тутубалина, С.С. Черноморец. Изменения в зоне Геналдонской гляциальной катастрофы после 2002 года	11
Ж.Ф. Шнайдер. Обвалыно-оползневые дамбы в западной части Гималаев и меры по снижению ущерба от них	12
С.С. Черноморец, И.Б. Сейнова, О.В. Тутубалина, А.С. Бричевский. Вулканогенные селевые потоки на полуострове Камчатка, Россия	14
Ю.В. Ефремов. Антропогенные селевые потоки в бассейне реки Мзымта	15
Ю.В. Ефремов. Предпосылки лавинной и селевой опасности в Красной Поляне зимой 2011-2012 гг.	16
Л. Итуррицага. Крупнобугристый моренный ландшафт в долине реки Чапурсан (Каракорум, Пакистан): гляцио-геоморфологические исследования их формирования в связи с разрушением населенных пунктов	17
М.Д. Докукин, С.С. Черноморец, И.Б. Сейнова, Е.М. Богаченко, Е.А. Савернюк, О.В. Тутубалина, В.Н. Дробышев, И.Г. Феоктистова, В.О. Михайлов, А.Г. Колычев. О селях 2011 года на северном склоне Центрального Кавказа	18
Р.А. Тавасиев. О некоторых обсуждаемых аспектах катастрофического схода ледника Колка	19
И.М. Васьков. Возможная концепция локального среднесрочного прогнозирования опасных экзогенных процессов на базе интегрированного анализа данных функционирующих систем мониторинга (геологического, сейсмического, гидрометеорологического и др.)	20
А. фон Пошингер. Далеко достигающие катастрофические движения масс: пример блокового оползня Флимс, Швейцария	22
В.Н. Дробышев. Количественные параметры гляциальной катастрофы в Северной Осетии 20 сентября 2002 года	23
Э.В. Запорожченко, Н.С. Каменев, А.С. Никулин. Бассейн р. Баддон (Республика Северная Осетия-Алания): селевые процессы природные и «рукотворные»	24
Ш.П. Джоши, П.К. Мул, П.Р. Маски, У Лицзун, Д. Стумм. Мониторинг трех прорывоопасных ледниковых озер в Непальских Гималаях по данным полевых и дистанционных измерений	25
Р.А. Усубалиев. Воздействие горнодобывающей промышленности на ледники (на примере Кумтора, массив Ак-Шийрак, Киргизский Тянь-Шань)	26
Х. Ян, Ф. Вэй, К. Ху, С.С. Черноморец. Измерение внутренней скорости селя: эксперименты в лотке	27
Ш. Чжан, Ф. Вэй. Новая модель для прогнозирования селей на основе взаимодействия вод и почвы в пределах водосбора	28

Contents

Organizers of the workshop	6
Organising committees of the workshop	7
Introduction	8
L.V. Desinov, S.L. Desinov. Results of a ten years' cycle of studying of catastrophic emission of Kolka glacier happened in 2002	9
L.V. Desinov, V.A. Rudakov. Catastrophic flood in the city of Krymsk on 6-7 July 2012	10
D.A. Petrakov, V.N. Drobyshev, A.A. Aleinikov, K.A. Aristov, O.V. Tutubalina, S.S. Chernomorets. Changes in the area of Genaldon glacial disaster after 2002	11
J.F. Schneider. Landslide Dams in the Western Himalayan Range, Mitigation Measures	12
S.S. Chernomorets, I.B. Seynova, O.V. Tutubalina, A.S. Brichevskiy. Volcano-induced debris flows in Kamchatka Peninsula, Russia	14
Y.V. Efremov. Anthropogenic mudflows in the basin of the River Mzymta River	15
Y.V. Efremov. Avalanche and mudflow hazards background in Krasnaya Polyana in the winter of 2011-2012	16
L. Iturrizaga. The giant hummocky debris landscape in the Chapursan valley (Karakoram Mountains, Pakistan): Glacial-geomorphological investigations of its formation in regard to settlement devastations	17
M.D. Dokukin, S.S. Chernomorets, I.B. Seynova, E.M. Bogachenko, E.A. Savernyuk, O.V. Tutubalina, V.N. Drobyshev, I.G. Feoktistova, V.O. Mikhailov, A.G. Kolychev. The 2011 debris flows on the northern slope of the Central Caucasus	18
R.A. Tavasiev. About some discussed issues on Kolka Glacier disastrous falloff	19
I.M. Vaskov. A proposed concept of local medium-term forecast for exogenous natural hazards on the basis of integrated analysis of functioning monitoring systems (geological, seismic, hydrometeorological etc.)	20
A. von Poschinger. Long run out mass movements: The example of the Flims rockslide, Switzerland	22
V.N. Drobyshev. Quantitative parameters of the glacial disaster in North Ossetia 20 September 2002	23
E.V. Zaporozhchenko, N.S. Kamenev, A.S. Nikulin. The Baddon River basin (Republic of North Ossetia – Alania, Russia): natural and artificially triggered debris flows	24
S.P. Joshi, P.K. Mool, P.R. Maskey, Wu Lizong, D. Stumm. Monitoring of Three Potential Dangerous Glacial Lakes in the Nepal Himalayas Based on Field and Remotely Sensed Measurements	25
R.A. Usubaliev. Impact of mining on glaciers: case study Kumtor, AkShyirak massif, Kyrgyz Tian Shan	26
H. Yang, F. Wei, K. Hu, S.S. Chernomorets. Flume experiments on the internal velocity measurement of debris flow	27
S. Zhang, F. Wei. A new model of debris flow forecasting based on the water-soil coupling of watershed	28

Организаторы семинара Organizers of the workshop



Правительство
Республики Северная Осетия-Алания

Government of the
Republic of North Ossetia-Alania



Северо-Кавказский горно-металлургический
институт (государственный технологический
университет)

North Caucasian Mining and Metallurgical
Institute (State Technological University)



Владикавказский научный центр РАН
и Правительства Республики
Северная Осетия-Алания

Vladikavkaz Scientific Center of the Russian
Academy of Sciences and of the Government
of the Republic of North Ossetia-Alania
(VSC RAS and RNO-A)



Центр геофизических исследований
ВНЦ РАН и РСО-Алания

Center of Geophysical Investigations,
VSC RAS and RNO-A



Glacier and Permafrost Hazards in Mountains
(GAPHAZ)
A Scientific Working Group of the International
Association of Cryospheric Sciences (IACS) and
the International Permafrost Association (IPA)



Московский государственный университет
имени М.В.Ломоносова
Географический факультет
M.V.Lomonosov Moscow State University
Faculty of Geography

Организационные комитеты семинара

ЛОКАЛЬНЫЙ ОРГКОМИТЕТ

А.Г. Кусраев (Владикавказский научный центр РАН и Правительства Республики Северная Осетия-Алания), В.Б. Заалишвили (Центр геофизических исследований ВНЦ РАН и РСО-Алания), Н.Е. Шубин, А.П. Полквой, Ю.И. Караев, О.З. Габараев (Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)).

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОРГКОМИТЕТ

Ж.Ф. Шнайдер, председатель международного оргкомитета (BOKU – Венский университет, Австрия); Дж. Каргел (Университет Аризоны, США); К. Хуггел, В. Хеберли (Цюрихский университет, Швейцария); С.С. Черноморец, О.В. Тутубалина, Д.А. Петраков (МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия); С. Дж. Эванс (Университет Уотерлу, Канада); Л. Итуррицага (Геттингенский университет, Германия); П. Рейхенбах (Институт гидрогеологических исследований и защиты, Перуджа, Италия); А. ф. Пошингер (Геологическая служба Баварии, Германия); Г. Херн (группа компаний Скотт Уилсон, Великобритания); М. Карим (Фокус Гуманитарная Помощь, США).

Organising committees of the workshop

LOCAL ORGANISING COMMITTEE

Anatoliy Kusraev, Vladislav Zaalishvili (Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences and of the Government of the Republic of North Ossetia-Alania), Nikolay Shubin, Aleksandr Polkvoj, Yuriy Karaev, Oleg Gabaraev (North Caucasian Mining and Metallurgical Institute (State Technological University)).

INTERNATIONAL ORGANISING COMMITTEE

Jean Schneider, chairman of the IOC (BOKU – University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria); Jeffrey Kargel (University of Arizona, USA); Christian Huggel, Wilfried Haerberli (University of Zurich, Switzerland); Sergey Chernomorets, Olga Tutubalina, Dmitry Petrakov (Moscow State University, Russia); Stephen Evans (University of Waterloo, Canada); Lasafam Iturizaga (University of Göttingen, Germany); Paola Reichenbach (Istituto de Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Perugia, Italy); Andreas v. Poschinger (Bavarian Geological Survey, Germany); Gareth Hearn (former Scott Wilson, UK); Mustafa Karim (Focus Humanitarian Assistance, USA).

Введение

Согласно рекомендации исполнительного комитета научной рабочей группы GAPHAZ в Вене в ноябре 2009 г, в г. Владикавказе 18-20 сентября 2012 г. организуется международный семинар, посвященный 10-летней годовщине Геналдонской гляциальной катастрофы, вызванной ледником Колка. Семинар является частью Международного научного форума «Ледник Колка: наблюдения, исследования, прогнозы», проводящегося под патронажем руководства Республики Северная Осетия-Алания.

Геналдонская гляциальная катастрофа произошла 20 сентября 2002 г. Начавшись в цирке ледника Колка, ледово-водно-каменный поток объемом более 100 млн. м³ промчался по 20-километровому пути в долине р. Геналдон до ущелья Кармадонских ворот Скалистого хребта менее чем за 6 минут. Скорости достигали 250 км/ч. Ниже Кармадонских ворот еще 17 км прошел гляциальный сель. Погибло 135 человек. Был уничтожен поселок Нижний Кармадон, базы отдыха, частично затоплена деревня Горная Саниба. Десять лет спустя, около четверти от первоначальной массы льда и камней остается в Кармадонской котловине, не позволяя полностью восстановить дорожное сообщение, а ледник Колка в верховьях долины снова растет. Похожая катастрофа произошла на леднике Колка в 1902 г., а в 1969 г. ледник испытал пульсацию. В связи с возрождением ледника, невозможно переоценить важность мониторинга ледниковой опасности, оценки уязвимости населения, разработки мер по снижению рисков, связанных с возможным повторением гляциальной катастрофы.

Introduction

As proposed at the meeting of the Executive Committee of GAPHAZ working group in November 2009 in Vienna, a workshop dedicated to the 10th anniversary of the Kolka Glacier event is being organised in Vladikavkaz, Russia, on September 18-20, 2012, including a visit to the disaster site in Karmadon. This workshop is a part of an International Scientific Forum on “Kolka Glacier: observations, research, forecast”, which is run under the patronage of the Head of the Republic of North Ossetia-Alania.

The Kolka-Karmadon rock-ice slide occurred on the northern slope of the Kazbek massif in North Ossetia, Russia on the 20th of September 2002 following a partial collapse of the Kolka Glacier. It started on the north-northeast wall of Dzhimarai-Khokh, 4,780 m (15,680 ft) above sea level, and seriously affected the valley of Genaldon and Karmadon depression. The resulting avalanche and mudflow killed 135 people (including a film crew and Russian actor Sergei Bodrov Jr.). A mass of over 100 million m³ of ice, water and debris from the Kolka Glacier travelled 20 km (12.4 mi) down the Genaldon valley in under 6 minutes, with velocities reaching 250 km/h (155 mph) in some parts of the valley. This was followed by a glacial debris flow for another 17 km (10.6 mi). The slide wiped out the village of Nizhny Karmadon, and killed numerous parties picnicking along the river on Friday evening. Another village in the Karmadon depression was under surveillance as flood waters backed up along the choked rivers, creating lakes. 10 years later, one quarter of the ice and debris mass still remains in the Karmadon depression, blocking connections between villages, and Kolka glacier is growing again upstream. Similar slides occurred at Kolka glacier in 1835 and 1902. It also experienced a surge in 1969. As glacier regenerates, the importance of evaluating vulnerabilities and risks, and mitigating the hazard of future slide cannot be overestimated.

Итоги 10-летнего цикла изучения катастрофического выброса ледника Колка в 2002 году

Лев В. Десинов, Сергей Л. Десинов

*Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия
remote_sensing@complat.ru*

Results of a ten years' cycle of studying of catastrophic emission of Kolka glacier happened in 2002

Lev V. Desinov, Sergey L. Desinov

*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
remote_sensing@complat.ru*

20 сентября 2002 г. в горах Северной Осетии произошла катастрофа, унесшая жизни более 130 человек. Официальной причиной катастрофы был признан единовременный обвал льда с плато, расположенного над ледником Колка, выбившего его из ложа. Эта версия довольно устойчиво существует в общественном сознании и несмотря на ее очевидную абсурдность до сих пор поддерживается многими учеными. Однако детальными исследованиями с использованием данных полевых наблюдений, воздушных съемок и космического мониторинга установлены истинные причины катастрофического выброса ледника Колка и реконструирован ход его подготовки и кульминации. В основу исследований положен собственный опыт изучения подвижек ледников, расположенных в горах Кавказа, Памира, Тянь-Шаня, Каракорума. В космическом мониторинге важное место занимают фотосъемки с борта российского сегмента МКС с разрешением на местности от 2 до 10 м.

Приводятся итоговые результаты исследования эндогенных и экзогенных факторов Геналдонской катастрофы. Составлена сводка установленных фактических данных о состоянии ледника и окружающих склонов и уникальных признаках эволюции ледника и механизма его вытеснения из ложа. Показана динамика формирования у подножия горы Джимарай – Хох нового ледового тела и угасания этого процесса в 2011 – 2012 гг.

Дается аргументация геохимической природы взрывного процесса катастрофы на леднике Колка, произошедшей после относительно короткого периода активизации по сценарию пульсационных изменений.

On September 20, 2002 a catastrophe occurred in mountains of North Ossetia. More than 130 people died. The single collapse of ice from a plateau located over a glacier, beating it out from its bed was recognized as the official cause of accident. This version quite steadily exists in public consciousness and despite its obvious absurdity is still supported by many scientists.

However detailed researches with use of field supervision, air shootings and space monitoring established the true reasons of catastrophic emission of Kolka glacier. The course of its preparation and the culmination are reconstructed. The personal experience, studying

motions of the glaciers located in the mountains of Caucasus, Pamir, Tian-Shan, and Karakorum is used as a basis of the researches. The important role in space monitoring is occupied by photographing from on board of the Russian segment of ISS with resolutions from 2 to 10 m.

Final results of research of endogenetic and exogenic factors of Genaldon accident are given. The report of the established actual data about the condition of glaciers on both surrounding slopes as well as the unique signs of evolution of Kolka glacier and the mechanism of its displacement from a bed is made. Dynamics of a new ice body formation at the bottom of Dzhimaray-Khokh mountain and fading of this process in 2011-2012 is shown.

The argument of geochemical nature of the explosive process of the accident is given, which has occurred after a rather short period of activation according to the scenario of pulsations.

Катастрофическое наводнение в городе Крымске 6–7 июля 2012 г.

Лев В. Десинов, Виктор А. Рудаков

Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия

remote_sensing@complat.ru

Catastrophic flood in the city of Krymsk on 6-7 July 2012

Lev V. Desinov, Viktor A. Rudakov

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

remote_sensing@complat.ru

Приводятся результаты исследований возникновения, развития и кульминации катастрофического наводнения, произошедшего 6 и 7 июля 2012 г. в городе Крымске Краснодарского края. Работа основана на материалах дешифрирования фотоснимков с разрешением на местности около 2 м, полученных в рамках программы «Ураган» с борта российского сегмента МКС в период с 9 по 11 июля. Используются данные воздушных и наземных съемок гидрологического бассейна р.Адагум и огромный объем фактических данных, предоставленных Следственным комитетом России.

Обсуждаются особенности рельефа, подстилающих пород и растительного покрова на склонах рек Баканка и Неберджай, роль этих факторов в наводнении.

На основе данных метеостанций и гидропостов об интенсивности осадков и изменении уровня водной поверхности рассчитаны объемы воды, достигшей Крымска. Показаны три фазы наводнения и роль инженерных сооружений в катастрофическом варианте его прохождения.

Results of researches of emergence, development and the culmination of the catastrophic flood which has occurred on July 6 and 7, 2012 in the city of Krymsk of Krasnodar Krai are given. Research is based on interpretation of high resolution photos ($R = 2$

m), received within the Uragan program from on board of the Russian segment of ISS during the period from July 9 to July 20. Data of air and land shootings of the hydrological basin of the river Adagum and the huge volume of the actual data provided by Investigatory Committee of Russia are used.

Features of the relief, spreading breeds, vegetative cover and other natural factors in valleys of the rivers of Bakanka, Neberdzhay and Bogogo and their role in the catastrophic scenario of flood are discussed. On the basis of these meteorological observations about intensity of precipitation and change of level of the water surface, volumes of the water which has reached Krymsk are calculated. Three phases of flood and the role of engineering constructions in the accident are shown. The main content of the project provided is directed towards prevention of similar accidents in the future.

Изменения в зоне Геналдонской гляциальной катастрофы после 2002 года

**Дмитрий А. Петраков¹, Валерий Н. Дробышев², Александр А. Алейников^{1,3},
Константин А. Аристов¹, Ольга В. Тутубалина¹, Сергей С. Черноморец¹**

*¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет, Москва, Россия*

*²Владикавказский научный центр Российской академии наук и Правительства
РСО-Алания (ВНЦ РАН), Владикавказ, Россия*

³ИТЦ СКАНЭКС, Москва, Россия

dpetrakov@gmail.com

Changes in the area of Genaldon glacial disaster after 2002

**Dmitry A. Petrakov¹, Valeriy N. Drobyshev², Aleksandr A. Aleinikov^{1,3}, Konstantin A.
Aristov¹, Olga V. Tutubalina¹, Sergey S. Chernomorets¹**

¹M.V.Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia

*²Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences and of the
Government of the Republic North Ossetia-Alania, Vladikavkaz, Russia*

³R&D Center ScanEx, Moscow, Russia

dpetrakov@gmail.com

Проведен анализ изменений, произошедших в зоне гляциальной катастрофы 20 сентября 2002 г. в республике Северная Осетия-Алания (Россия). По результатам ежегодных полевых наблюдений 2002-2010 гг., топографических съемок 2002, 2003, 2004 и 2009 гг., анализа космических снимков определены темпы восстановления ледников в цирке Колка и темпы разрушения ледяного завала в Кармадонской котловине. Установлено, что в 2004-2009 гг. на фоне неблагоприятных для кавказского оледенения погодных условий в цирке ледника Колка накопилось 16 млн.куб.м льда. Бывшие притоки Колки стали самостоятельными ледниками, один из них продвинулся по днищу цирка на 500 м. Это стало единственным для Кавказа случаем значительного наступания ледников в XXI веке. В днище цирка, освободившемся от ледника после катастрофы 2002 г, площадь ледников достигла 0,6 кв.км к 2010 г. Объем ледяного

завала в Кармадонской котловине в 2002-2009 гг. сократился на $\frac{3}{4}$, площадь – более чем наполовину, а поверхность местами понизилась на 90 м. Учитывая прогрессирующее замедление темпов таяния, лед в котловине может сохраниться до 2020 г. Основную опасность для землепользования в долине р. Геналдон представляет возможность формирования крупного селя дождевого или гляциально-дождевого генезиса при выпадении осадков редкой обеспеченности. В ближайшие 10-15 лет не следует ожидать повторения событий, схожих с гляциальной катастрофой 2002 г.

We have analyzed changes in the area of Genaldon glacial disaster of 20 September 2002 in the Republic of North Ossetia-Alania (Russia). Using results of annual fieldwork (2002-2011), topographic surveys in 2002, 2003, 2004 and 2009, interpretation of satellite imagery, we have determined the rate of glacier regeneration in the Kolka cirque and the rate of downwasting for the ice accumulated in the Karmadon depression in 2002. We register accumulation of 16 M m³. in the Kolka cirque in 2004-2009 despite unfavorable conditions for Caucasus glaciers. Former Kolka Glacier tributaries have become separate glaciers, one of them has advanced by ca. 500 m. It is a unique phenomena for the Caucasus in the 21th century. In the bottom of Kolka cirque from where Kolka Glacier evacuated during the 2002 disaster, the glacier covered area has grown to 0,6 km² by 2010. The volume of ice blockage in the Karmadon depression decreased by 75% in 2002-2009, its area decreased by over 50%, and surface lowering reached 90 m in some areas. Taking into account the progressive deceleration of ice thawing we suppose that ice in the depression may exist until 2020. The main current hazard for landuse in the Genaldon River valley is a possible initiation of large-scale rain or glacier-rain debris flow in case of heavy rainfall. In the next 10-15 years we do not expect recurrence of an event similar to the glacial disaster of 20 September 2002.

Обвальсно-оползневые дамбы в западной части Гималаев и меры по снижению ущерба от них

Жан Ф. Шнайдер

Институт прикладной геологии Университета природных ресурсов и наук о жизни, Вена, Австрия

jean.schneider@boku.ac.at

Landslide Dams in the Western Himalayan Range, Mitigation Measures

Jean F. Schneider

Institute of Applied Geology, BOKU University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria

jean.schneider@boku.ac.at

Landslide-dammed lakes are commonly short-lived and are often eroded within a few days or weeks after their formation (Costa and Schuster, 1988). However, larger ones may also remain constant in size for years, like Hattian Slide in Kashmir (Schneider, 2008, Konagai and Sattar, 2012) or centuries like Lake Sarez in Pamir (Schuster and Alford, 2004).

The lake development reflects the state of the landslide dam shape and composition in relation to the water resources in the study area on the one hand and determines the level of lake outburst and flooding hazards on the other hand.

Seepage through the dam or retrogressive erosion caused by uncontrolled overflow of the dam are the main causes of the dam breaching. Also new Earthquakes or new large mass movements in to the lake impounded behind the dam are common causes of dam failure. The most used stabilization method of these dams has been the construction of a protected (lined) spillway. Also lake drainage by means of siphons, pumping, tunnels outlets and diversions have been used. In a few cases, blasting to open new stream channels were successful.

The Attabad landslide in Hunza valley, northern Pakistan occurred early January, 2010, and blocked Hunza river to a height of 120 m. Similar historical landslide dams collapsed further south (Hewitt, 1982), which suggested a fast erosion of the new dam, which created a lake, 21km long, inundating several settlements and parts of the Karakoram Highway. Different flood wave scenarios were modeled and up to 40'000 persons evacuated, but the lake level reached the unlined artificial spillway without dam breaching end of May 2010. Stepwise damming to excavate deeper and consecutive blasting to lower the lake level is still going on. The stability of the Gneiss matrix of the dam was underestimated and resists natural erosion. It is essential to lower the saddle of the dam to decrease the outburst risk and to let the flooded Karakoram Highway emerge.

Early April 2012, a rock/ice avalanche, entraining a lateral moraine, originating from a northern side glacier below Bilafond Glacier in Gayari Valley, Siachen Region in Jammu Kashmir, Pakistan engulfed a camp, burying over 120 people. The compacted debris cone started to dam a lake, which during snow melt could have failed, resulting in a possible outburst. Flood wave simulations showed the risk of flooding further settlements downstream, therefore excavating of a channel was started immediately to lower the risk and to enable the rescuers to dig for remaining bodies. This excavation was successful, even though the debris matrix formed of morainic material and ice was soaked with glacier melt water.

References

- Costa, J. E., Schuster, R.L., 1988. The formation and failure of natural dams. *Geological Society of America Bulletin*, 100.
- Hewitt, K., 1982. Natural dams and outburst floods in the Karakorum Himalaya. In: Glen J.W., (ed.): *Hydrological aspects of alpine and high-mountain areas*. IAHS Publication 138, 259–269.
- Konagai, K., Sattar, A., 2012, Partial breaching of Hattian Bala Landslide Dam formed in the 8th October 2005 Kashmir Earthquake, Pakistan, *Landslides* (2012) 9:1–11, DOI 10.1007/s10346-011-0280-x
- Mergili, M. and Schneider, J.F., 2011, Regional-scale analysis of lake outburst hazards in the southwestern Pamir, Tajikistan, based on remote sensing and GIS, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11, 1447-1462, doi:10.5194/nhess-11-1447-2011
- Schneider, J.F., 2008, Seismically reactivated Hattian slide in Kashmir, Northern Pakistan, *J SEISMOLOGY*, DOI 10.1007/s10950-0, 00; ISSN 1383-4649.
- Schuster, R.L., Alford, D., 2004. Usoi Landslide Dam and Lake Sarez, Pamir Mountains, Tajikistan. *Environmental & Engineering Geoscience*, 10(2), 151–168.

Вулканогенные селевые потоки на полуострове Камчатка, Россия

Сергей С. Черноморец^{1,2}, Ирина Б. Сейнова², Ольга В. Тутубалина¹,

Антон С. Бричевский¹

*¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет, Москва, Россия*

*²Университетский центр инженерной геодинамики и мониторинга, Москва,
Россия*

devdorak@gmail.com

Volcano-induced debris flows in Kamchatka Peninsula, Russia

Sergey S. Chernomorets^{1,2}, Irina B. Seynova², Olga V. Tutubalina¹,

Anton S. Brichevskiy¹

¹M.V.Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia

²University Centre for Engineering Geodynamics and Monitoring, Moscow, Russia

devdorak@gmail.com

Для изучения вулканогенных селей на Камчатке проведены полевые исследования в 2008, 2011 и 2012 гг. Выполнен анализ космических снимков и литературных материалов. Выявлены особенности формирования вулканогенных селей (лахаров) при извержениях вулканов Ключевской и Шивелуч на Камчатке. Реконструирована хронология вулканогенных селей за последние десятилетия. Составлена карта условий формирования селей восточного сектора Ключевского вулкана. Особое внимание уделено формированию водной составляющей селевых потоков на вулканах. Выявлены особенности механизмов зарождения лавин гляциально-вулканического и нивально-вулканического генезиса. По результатам интерпретации космических снимков составлены 19 схем дешифрирования и база данных по лавинам Камчатки. Выполнен гранулометрический анализ отложений лавин.

We considered features of the formation of volcanic debris flows (lahars), on the basis of our field research in 2008, 2011, and 2012, interpretation of satellite images, and analysis of literature on volcanic eruptions of Klyuchevskoy and Shiveluch volcanoes in Kamchatka Peninsula, Russia. We reconstructed the chronology of volcano-induced debris flows at these volcanoes over the last decades and have compiled a map of debris flow formation conditions for the eastern sector of the Klyuchevskoy Volcano. We focused particular attention on the formation of the water component of volcano-induced debris flows. Mechanisms of lahar initiation as a result of glacial processes and of snow melting on volcanoes have been highlighted. We interpreted satellite images and made 19 sketch maps and database on lahars in Kamchatka. Also we analysed granulometric composition of lahar deposits.

Антропогенные селевые потоки в бассейне реки Мзымта

Юрий В. Ефремов

Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия

efremov_kubsu@mail.ru

Anthropogenic mudflows in the basin of the River Mzymta River

Yuriy V. Efremov

Kuban State University, Krasnodar, Russia

efremov_kubsu@mail.ru

В последние годы значительно возросла активность селевых процессов и явлений в бассейне р. Мзымта. Здесь строятся олимпийские и рекреационные объекты. Многие из них находятся в селеопасных зонах

Рыхлые отложения, возникшие при строительстве федеральной трассы горнолыжного курорта «Роза Хутор» и других объектов, сбрасывались в русла мелких рек, впадающих в р. Мзымта. Скопление рыхлого субстрата привело к формированию селевых потоков, которые в предыдущие годы здесь не наблюдались.

Массовый сход селей отмечался весной, в апреле 2012 г. После значительного потепления и продолжительных ливней 2, 10, 12 апреля с левого склона р. Мзымта сошли селевые потоки. Они перекрыли строящуюся федеральную автотрассу и подпрудили р. Мзымта. При этом были разрушены некоторые строительные конструкции и засыпано полотно дороги на протяжении одного километра. Основным источником твердой составляющей селей были грунтовые отвалы, сброшенные в верховья малых рек и эрозионных врезов.

Во время схода селевого потока 10 апреля была повреждена селевая галерея. Объем селевых отложений составлял от 2000 до 12 000 куб. м.

In recent years the activity of mudflows processes increased significantly in the basin of the Mzymta River. Olympic and recreational facilities are being built here; many of them are in the mudflow areas.

Loose sediments, which origin in the construction of Federal Highway to complex “Rosa Khutor” and other objects were thrown in the river bed of small rivers flowing into the Mzymta River. Accumulations of loose substrate are creating mudflows, which in previous years have not been observed here.

A massive mudflow was registered in spring, in April 2012 after a significant warming and prolonged downpours. On April 2, 10 and 12, mudflows descended on the left slope of the Mzymta River. They covered the Federal road and dammed the Mzymta river. The mudflows destroyed some building structures and filled the road over one kilometer. The main source of solids mudflows was builder’s debris, thrown into the upper reaches of the small rivers and their erosive incisions.

Предпосылки лавинной и селевой опасности в Красной Поляне зимой 2011-2012 гг.

Юрий В. Ефремов

*Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия
efremov_kubsu@mail.ru*

Avalanche and mudflow hazards background in Krasnaya Polyana in the winter of 2011-2012

Yuriy V. Efremov

*Kuban State University, Krasnodar, Russia
efremov_kubsu@mail.ru*

Зима в Красной поляне не устойчивая с частыми оттепелями, снегопадами и дождями. Такие погодные условия способствуют как сходу снежных лавин в среднегорной и высокогорной зонах, так и оползней и селевых потоков в низкогорной зоне.

Селевые потоки формируются в зоне неустойчивого снежного покрова на высотах ниже 1000м. над уровнем моря. Здесь происходит таяние снега, обильное смачивание и разжижение почв и грунтов.

Нами рассматриваются погодные условия и лавинный режим зимы 2011 – 2012 г. В отличие от других зим, последняя зима 2011 – 2012 гг. была значительно более холодной и снежной. Исходя из этого, в целом можно охарактеризовать минувший зимний сезон как средне лавиноопасный, а весенние месяцы (апрель-май) сильно лавиноопасный, а также сильно селеопасный.

Winter in Krasnaya Polyana is not steady, with frequent thaws, snowfalls and intermittent rains. Such weather conditions are conducive to snow avalanches in mountain and highland areas, as well as landslides and mud flows in the low zone.

Mudflows are formed in a zone of unstable snowpack at elevations below 1000 m. above sea level, here melting snow, excessive wetting and soil dilution are the consequences.

We discuss the weather and avalanche mode of winter 2011-2012, unlike others, this winter was significantly cooler and with more snow. On this basis, the whole last winter season can be described as having a medium avalanche hazard, and the spring months (April-May) as having very high avalanche hazard, also very high mudflow hazard.

**Крупнобугристый моренный ландшафт в долине реки Чапурсан
(Каракорум, Пакистан): гляцио-геоморфологические
исследования их формирования в связи с разрушением
населенных пунктов**

Ласафам Итуррицага

*Геттингенский университет, Институт географии, департамент географии и
высокогорной геоморфологии, Геттинген, Германия*

liturri@gwdg.de

**The giant hummocky debris landscape in the Chapursan valley
(Karakoram Mountains, Pakistan): Glacial-geomorphological
investigations of its formation in regard to settlement devastations**

Lasafam Iturrizaga

*Geography / High Mountain Geomorphology, Institute of Geography, University of
Goettingen, Goettingen, Germany*

liturri@gwdg.de

The formation of large-scaled debris accumulations with hummocky terrain has been discussed controversially in different mountain regions of the world. In the last decade a lot of debris accumulations, which have been classified formerly as terminal moraines, have been reinterpreted as product of mass movements. These new findings have also wider implications for the hazard potential of settlements located in glaciated mountain regions. Thus, this paper contributes to the discussion on the development of hummocky debris landforms by gradual versus catastrophic processes in high mountain areas with a case example from the upper Chapursan Valley at the Afghan-Pakistan border (36°45'N / 74°20'E, Karakoram Range, Pakistan). The valley floor and the adjacent sediment cones are covered with an outstanding hummocky debris landscape over a length of about 10 km and a width of up to 1 km with individual hummocks reaching about 10 m in height.

These landforms overlap with the zone of permanent settlement. According to local legends and reports of early travelers in this region, one of the largest settlement concentrations formerly occurred in the upper Chapursan Valley and was destroyed by a natural disaster. In order to study the formation of the debris landforms in more detail geomorphological field investigations, sedimentological studies, a comparison of satellite images, an analysis of historical data and interviews with the local inhabitants have been carried out. The results show that complex geomorphological processes consisting of a glacier advance and followed by glacier lake outbursts and ice avalanches have contributed to the formation of the hummocky debris landforms. The Kit-ke-Jerav and Yishkuk Glaciers in the upper Chapursan valley seem to have experienced extraordinary fluctuations in historical and recent times.

Reference

Iturrizaga, L. (2011): Hummocky debris landforms in the Chapursan Valley (Karakoram range, Pakistan): A glaciogeomorphological investigation. In: Geomorphology, doi:10.1016/j.geomorph.2011.10.023

О селях 2011 года на северном склоне Центрального Кавказа

Михаил Д. Докукин¹, Сергей С. Черноморец², Ирина Б. Сейнова³, Евгений М. Богаченко⁴, Елена А. Савернюк¹, Ольга В. Тутубалина², Валерий Н. Дробышев⁵, И.Г. Феоктистова⁴, Владимир О. Михайлов², Артур Г. Колычев¹

¹*Высокогорный геофизический институт (ФГБУ «ВГИ»),*

²*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет, Москва, Россия*

³*Университетский центр инженерной геодинамики и мониторинга, Москва,
Россия*

⁴*Кабардино-Балкарский Республиканский центр по гидрометеорологии и
мониторингу окружающей среды (ФГБУ «КБЦГМС»), Нальчик, Россия*

⁵*Владикавказский научный центр Российской академии наук и Правительства
РСО-Алания (ВНЦ РАН), Владикавказ, Россия*

inrush@bk.ru

The 2011 debris flows on the northern slope of the Central Caucasus

Mikhail D. Dokukin¹, Sergey S. Chernomorets², Irina B. Seynova³, Evgeniy M. Bogachenko⁴, Elena A. Savernyuk¹, Olga V. Tutubalina², Valeriy N. Drobyshev⁵, I.G. Feoktistova⁴, Vladimir O. Mikhailov², Artur G. Kolychev¹

¹*High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia*

²*M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia*

³*University Centre for Engineering Geodynamics and Monitoring, Moscow, Russia*

⁴*Kabardino-Balkarian Center for Hydrometeorology and Monitoring of the Environment*

⁵*Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences and of the
Government of North Ossetia-Alania, Vladikavkaz, Russia*

inrush@bk.ru

В 2011 году в июле и августе произошёл сход ливневых, ливнево-гляциальных и гляциальных селей на территории республик Северного Кавказа – Кабардино-Балкария и Северная Осетия-Алания на склонах Скалистого и Бокового хребтов в бассейнах рек Баксан, Чегем, Черек, Ардон, Фиагдон. Селевые потоки были вызваны ливнями, аномальным таянием ледников при повышенном температурном фоне, а также прорывом озера. Ливневые осадки, послужившие триггерным механизмом большинства селей, зафиксированы на метеостанциях, гидропостах и локаторах.

В результате дешифрирования космических снимков Spot 4 (2010 г.) и Spot 5, EROS-B (2011 г.) был выявлены ареалы схода селей в бассейнах рек Баксан, Чегем, Черек, Псыган-Су и Хазнидон и площади селевых отложений. В ходе маршрутных и аэровизуальных обследований были определены параметры селевых потоков.

Самые значительные сели с объёмами выносов более 100 тыс. м³ прошли по долинам рек Герхожан-Су, Куллумкол-Су (бассейн р. Баксан), Гюльчи-Су (бассейн р. Черек Балкарский). Сели объёмом выноса более 10 тыс. м³ отмечены в долинах рек Адай-Су (бассейн р. Чегем), Нарталы (бассейн р. Черек Безенгийский), Циркли и Тарташла (бассейн р. Черек Балкарский), Азау (бассейн р. Баксан). Материалом

селевых потоков послужили гляциальные и коллювиально-гляциальные отложения, а также коллювиальные отложения скальных кулуаров, осыпных шлейфов, обвалов и оползней, делювиально-коллювиальные отложения склонов.

Сходом селевых потоков был причинён значительный ущерб в результате заноса селевыми отложениями автомобильных дорог и участков зон отдыха, прорывов газопровода и водопровода; разрушения опор ЛЭП и газопровода, полотна дорог, временных построек и блокирования транспортного сообщения населённых пунктов и рекреационных зон.

Many debris flow events registered in July and August 2011 in Kabardino-Balkariya and North Ossetia, two Russian republics in the Central Caucasus Mountains. These events occurred at slopes of Skalisty and Bokovoy ranges in Baksan, Chegem, Cherek, Ardon, Fiagdon river basins. Debris flows were induced by rainfalls, anomal glacier melting, and also by glacial lake outburst. Local meteorological and hydrological stations and locators registered intensive rainfalls, which triggered to debris flows.

We interpreted satellite images Spot 4 (2010) and Spot 5, EROS-B (2011), recognized the locations of debris flow events and estimated area of new deposits in Baksan, Chegem and Cherek valleys. Also we determined parameters of debris flows during ground research and helicopter surveys.

The largest debris flow events have registered in Gerkhozhan-Su, Kullumkol-Su gullies (Baksan River basin), Gyulchi-Su (Cherek Balkarskiy River basin) valleys. These flows transported and accumulated more than 100,000 m³ of deposits. Other debris flows transported more than 10,000 m³ occurred in Aday-Su (Chegem River basin), Nartaly (Cherek Bezengiyskiy River basin), Thirkli and Tartashla (Cherek Balkarskiy River basin), Azau (Baksan River basin) valleys.

Debris flows involved glacial, colluvial, landslide, and deluvial deposits. Debris flows lead to large damage. They destroyed buildings, gas pipelines, water plumbings, and temporarily blocked roads to settlements and tourist areas.

О некоторых обсуждаемых аспектах катастрофического схода ледника Колка

Руслан А. Тавасиев

*Северо-Осетинский поисково-спасательный отряд МЧС России, Владикавказ,
Россия*

tavasglacio@mail.ru

About some discussed issues on Kolka Glacier disastrous falloff

Ruslan A. Tavasiev

*North-Ossetian Searching and Rescue Detachment of Ministry of Emergency Measures
of Russian Federation. Vladikavkaz, Russia*

tavasglacio@mail.ru

For the 10 passed years after the dramatic falloff of Kolka Glacier on 20th of September in 2002 specialists have published about 300 works devoted to this topic. These

works threw light on the reasons for the disaster, considered its different characteristics and made prognosis for future. The author disagrees with some of viewpoints: there was no shock wave in the disaster in 2002. The main fumaroles gas that released in the gorge of Kolka Glacier was not H₂S but SO₂. The main initial reason was the endogenous warming by fumaroles gases of the glacier bed and Kolka Glacier itself. The falloff of the hanging glaciers onto the backside of Kolka Glacier caused the fast growth of the critical mass. But for the endogenous heating of this glacier bed, the glacier would not have grown to its critical mass in 2002 and there would not have been any disaster. The endogenous heating of the bed of the Kolka Gorge might have been the first reason for the disasters in 1752 and in 1902. For a short-term forecast the growth of the glacier's surface to the upper level of the flank moraine is an important indicator that the glacier's critical mass was growing and the readiness to falloff was high. The appearance of the lakes at the heights of 4,000 meters and higher testifies to the rise in endogenous warming in Kazbek-Djimara mountain massif. The disaster in 1752 was of smaller scale than the one in 2002.

The disaster on September 20, 2002 is the biggest glacial disaster ever known in North Ossetia. Deposits on confluences of rivers Genaldon and Kauridon were formed not by ancient ice-rock avalanches but underwater landslide and mudflow sediments. There are not ice-rock avalanche sediments, but typical forms of rock glaciers, that are found in Fiagdon, Kauridon and Uallagdon Gorges. Those are not the traces of ancient sediments of avalanche similar torrents but typical bank moraines of the late Pleistocene and Holocene of Midagrabin Glacier that are found in Midagrabin Gorge.

It is important to arrange permanent monitoring of endogenous processes, icefalls and new high mountainous lakes formation for long-term prognosis and warning against future emergency situations.

Возможная концепция локального среднесрочного прогнозирования опасных экзогенных процессов на базе интегрированного анализа данных функционирующих систем мониторинга (геологического, сейсмического, гидрометеорологического и др.)

Игорь М. Васьков

Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), Владикавказ, Россия

vaskov_im@mail.ru

A proposed concept of local medium-term forecast for exogenous natural hazards on the basis of integrated analysis of functioning monitoring systems (geological, seismic, hydrometeorological etc.)

Igor M. Vaskov

North Caucasian Mining and Metallurgical Institute (State Technological University), Vladikavkaz, Russia

vaskov_im@mail.ru

Геналдонская катастрофа 20 сентября 2002 года явилась событием мирового масштаба, но не только вследствие своей неповторимости, как природного явления. Её

уникальность заключается и в том, что произошла она в наше время на заселенной, легко доступной территории с развитыми системами мониторинга природной среды – геологического, сейсмического, гидрометеорологического, которые действуют около полутора столетий. Интенсивные исследования последствий катастрофы «по свежим следам», проведенные учёными России и мирового сообщества, позволили выявить причины её возникновения, характерные признаки подобных событий и положение ледово-каменных обвалов в ряду опасных гравитационных процессов.

В результате исследований выявлено генетическое единство перманентно развивающихся опасных гравитационных процессов и связь типов их проявления с современной геодинамикой, в общем, и горноклиматической зональностью, в частности.

Возрастающий экономический ущерб и частота воздействия опасных экзогенных процессов на объекты экономики северного склона Большого Кавказа и, главное, гибель людей обязывают научное сообщество искать новые пути прогнозирования природных катастроф. При этом «на выходе» основными прогностическими характеристиками должны быть место и время возможного события, интенсивность и размеры зоны поражения с желательной точностью не менее 60-70%.

Методология выработки сложных среднесрочных локальных прогнозов катастрофических возмущений природной среды должна строиться с учётом как можно большего количества регулярно регистрируемых параметров. Под природной средой в данном случае понимается земная кора и её внешние оболочки – гидросфера, атмосфера и, в какой-то степени, биосфера с глубоким учётом их общей динамики развития. Следовательно, одним из важнейших видов информации для построения геодинамической модели, в частности, являются данные действующих региональных и локальных сейсмических сетей Северного Кавказа. Например, гипоцентры (фокусы) землетрясений в земных недрах располагаются в пределах современных разломов, которые являются поверхностями смещения блоков горных пород относительно друг друга.

Основой комплексной системы интегрированной обработки могут служить следующие виды и типы информации по действующим сетям.

Мониторинг геологической среды – геологические, тектонические и геоморфологические карты, карты условий развития ЭГП, данные оперативного контроля изменений геодинамической обстановки в опасных районах на основе геодезических и геофизических наблюдений, наблюдения за изменениями крутизны потенциально опасных склонов.

Сейсмический мониторинг – каталоги землетрясений, как прошлых лет, так и вновь выявленных в режиме реального времени, информация о динамике геофизических полей (ГГД и ЭМИ) как за прошлые годы, так и текущая, данные по ионосферным возмущениям. Эта информация может являться основой для построения положения в пространстве современных сейсмофокальных поверхностей с определением следов их пересечения с рельефом, выявление мелко фокусных землетрясений на подконтрольной территории и определение их принадлежности к конкретным разрывным структурам в режиме реального времени.

Гидрометеорологический мониторинг – данные режимных гляциологических и гидрологических наблюдений, информация об изменениях климатических характеристик, динамики гидрометеорологических процессов в пределах выделенных потенциально опасных территорий.

Предлагаемая комплексная система даёт возможность выработки краткосрочных локальных прогнозов ЭГП с уточнениями и совершенствованием на этапе внедрения и освоения. Продолжение исследований в этом направлении позволит уточнить взаимозависимость влияния природных факторов на формирование катастрофических

ОГП, конкретизировать признаки и, в конечном счете, определить алгоритмы обработки информации, которые позволят с достаточной точностью рассчитывать место и время события, его возможные размеры и границы зон поражения.

Далеко достигающие катастрофические движения масс: пример блокового оползня Флимс, Швейцария

Андреас фон Пошингер

Баварское агентство по окружающей среде, Мюнхен, Германия

Andreas.Poschinger@gmx.de

Long run out mass movements: The example of the Flims rockslide, Switzerland

Andreas von Poschinger

Bavarian Environment Agency, Munich, Germany

Andreas.Poschinger@gmx.de

The ice-rock avalanche at Kolka-Karmadon in 2002 had several aspects of a long run out mass movement. Even if ice was the prevailing medium, several similarities to a large rockslide occurred. As an example for a well investigated large scale rockslide the Flims event in Switzerland will be described hereafter. It is the biggest one in the Alps and one of the largest worldwide. Its easy accessibility and the good exposure make it to be a famous site for rock slide studies.

A volume of about 10 km³ had broken off on a slip-strike-slope on Jurassic limestone and had rushed down into the Rhine valley. It crushed into the opposite valley slopes and entered some opposite valleys. The event had been dated roughly by v.Poschinger & Haas (1997) by radiocarbon to a Boreal age. Deplaces et al. (2006) succeeded in precisizing the date to 9480-9430 yr BP. Accordingly, the event took place during the very first warm period in the Holocene and any direct glacial influence must be denied. Even so, an influence of melting of permafrost on the global hydrogeological situation controlled by karst as a trigger is possible.

One of the consequences was the damming of several lakes. The largest, Lake Ilanz, had a maximum length of about 25 km and a volume of about 3 km³. After only a short period the dam has broken partly. The lower part of the dam with a smaller Lake Ilanz persisted for a longer time.

Even more important was another consequence: The mobilization of the alluvium in the Rhine valley. In front of the downstream area of the rockslide deposits very peculiar gravel is exposed. The gravel deposits reach up to 12 km upstream the Hinterrhein valley. The local geological setting indicates clearly an upstream transport of Helvetic material into a region of Penninic rocks. The internal structure of the gravel shows many features that imply transport as an over-sized mud/debris stream. This flow of gravel, sand and fines must have been triggered by the mobilisation of the valley alluvium by the impact of the Flims rock slide. The sudden overload on a water saturated alluvium squeezed out the valley fill and liquefied it. The mobilised mud with a volume of several 100 million m³ had enormous transport

capacities as large units of loose material were transported over kilometres without breaking apart. Accordingly, the shear forces in the flow must have been negligible.

Similar features have been found at several other sites in the Alps, all in the vicinity of large rock slides. The interpretation of these sediments as catastrophic long run out mass movement deposits suggests such events could happen again, also in other parts of the world. It is not only the rockslide mass itself that can be disastrous but also material mobilised by the rockslide. Accordingly, even without ice very long run out distances are possible.

Количественные параметры гляциальной катастрофы в Северной Осетии 20 сентября 2002 года

Валерий Н. Дробышев

*Владикавказский научный центр Российской академии наук и Правительства
РСО-Алания (ВНЦ РАН), Владикавказ, Россия*

dvn4444@rambler.ru

Quantitative parameters of the glacial disaster in North Ossetia 20 September 2002

Valeriy N. Drobyshev

*Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences and of the Government
of North Ossetia-Alania, Vladikavkaz, Russia*

dvn4444@rambler.ru

Сведения об аномальной активизации обвалов фирновых полей Джимарай-хох начали поступать в конце июля 2002 года. Редкие туристы, посещавшие этот отдаленный высокогорный район, фотографировали разрушающиеся фирновые поля, собственно обвалы и конус выноса обвалившегося материала на поверхности ледника Колка. Чем же было вызвано столь грозное явление природы? Одной из попыток поиска ответа на этот вопрос, стала работа по реконструкции фактора сейсмического воздействия на территории Северной Осетии аналитическим (расчетным) методом. Оказалось, что 14 июля 2002 года массив вершины Джимарай-хох был подвержен сотрясению 5,2 балла по шкале MSK-64. Эпицентр этого землетрясения $M_d=3.88$ находился в 8 км к западу от в. Джимарай-хох.

Процедура реконструкции геометрии поверхности исчезнувших объектов: ледника Колка и фирновых полей вершины Джимарай-хох была основана на выполнении тахеометрической съёмки гляциальной области ледника Колка. Результаты расчета следующие:

1. Объем обрушенного на ледник фирна: $V_{\text{фирн}} = 22 \text{ млн. м}^3$.
2. Объем льда, вовлеченного в катастрофическую подвижку 20 сентября 2002 года (включая обвалившийся материал): $V_{\text{лед}1} = 137 \text{ млн. м}^3$

Грандиозное по своим масштабам обрушение ледника Колка было зафиксировано многими сейсмостанциями Кавказа. Наиболее полная запись (продолжительностью около 16 минут) проведена региональной сейсмической станцией «Цей», расположенной в 44 км к западу от очага катастрофы.

Логическое сопоставление «пиков» сейсмограммы с топографической съёмкой, детально отображающей морфологию пути транзита катастрофического обвала, позволило идентифицировать временные интервалы между пиками сейсмограммы и протяженность соответствующих треков лавины. В результате обработки полученных данных, был построен график распределения скорости продвижения обвала на дистанции 19500 м - от стены Джимарай-хох до Скалистого хребта, наглядно демонстрирующий возрастание скорости до **240 км/час** на первых 3000 метрах траектории движения. Далее происходит постепенное торможение до **140 км/час** в широкой части ущелья - Кармадонской котловине и полная остановка ледовых масс в створе эскарпа Скалистого хребта.

В дополнение к вышеизложенному, был проведен кинематический расчет скорости продвижения обвала по Геналдонскому ущелью. Результаты были интерпретированы ещё одним графиком распределения скорости, хорошо согласующимся с графиком, построенным по сейсмометрическим данным.

Бассейн р. Баддон (Республика Северная Осетия-Алания): селевые процессы природные и «рукотворные»

Эдуард В. Запорожченко, Николай С. Каменев, Анатолий С. Никулин

ОАО «Севкавгипроводхоз», Пятигорск, Россия

skgvh@skgvh.ru, gidro@skgvh.ru

The Baddon River basin (Republic of North Ossetia – Alania, Russia): natural and artificially triggered debris flows

Eduard V. Zaporozhchenko, Nikolay S. Kamenev, Anatoliy S. Nikulin

Sevkavgiprovodhoz Institute, Pyatigorsk, Russia

skgvh@skgvh.ru, gidro@skgvh.ru

При форс-мажорных обстоятельствах в системе работы напорных трубопроводов и станции Зарамагской ГЭС-1 потребуется в аварийном режиме сбросить воду из бассейна суточного регулирования в правый приток р. Ардон – р. Баддон расходом 65 м³/с. В устье р. Баддон и по тракту транспорта этого расхода расположены объекты и инфраструктура пос. Мизур, испытавшие катастрофические воздействия наносоводных (в замыкающем створе) селей 1967 и 1996 гг., количественные параметры которых остались неизвестными. Река Баддон гидрологически не изучена. Аварийный сброс, превышающий критический (~ 30 м³/с), вызовет наносоводный сель с расходом в ~ 85 м³/с, что меньше, чем возможные селевые потоки 0,5-1% обеспеченности, доходящие до устья. Составленный проект инженерной защиты, исходящий из параметров селя, возникающего по сложившейся к 2012 г. природной обстановке ($Q_c=140^3/c$; $\rho=1380$ кг/м³) на участке долины р. Баддон выше и ниже точки сброса (протяжённостью 10 км), потребует уточнения ситуации в истоках реки, где в предполях ледников, в связи с деградацией оледенения последних десятилетий, могут появиться новые потенциальные очаги триггерных селевых эффектов. Защитные сооружения: селевой

лоток, берегозащитные стены (у технического водозабора) и галерея на участке образования водного сбросного «факела» (над полотном автодороги).

Under force-majeure circumstances in the system of pressure pipelines and the Zaramagskaya Hydroelectric Station-1 an emergency mode water discharge with a 65 m³/s discharge rate from the daily regulation reservoir of the right tributary of the Ardon river in the Baddon river basin will be required. In the Baddon river estuary and along the discharge transport channel there are buildings and infrastructure of the Mizur settlement, which experienced catastrophic effects of sediment/water debris flows in 1967 and 1996, whose quantitative characteristics remain unknown. The Baddon river has not been hydrologically explored. Emergency discharge exceeding the critical level (~30 m³/s) will cause a sediment/water debris flow with a ~85 m³/s discharge, which is less than those of possible debris flows of a 0.5-1% probability, coming up to the estuary. The drawn-up design of engineering protection, based on the parameters of a debris flow, occurring under the natural conditions developed up to 2012 (Q_c=140 m³/s; p=1380 kg/m³) at the 10 km long stretch in the valley upstream and downstream from the discharge point, will require a more precise assessment of the situation in the upper reaches of the river, where in the foregrounds of glaciers, due to the degradation of glaciation in the last decades, new potential origination sites of triggered debris flow effects may form. Protective works: debris flow chute, bank protection walls (at the technical water intake structure), gallery at the location of the water discharge “plume” (above the autoroad).

Мониторинг трех прорывоопасных ледниковых озер в Непальских Гималаях по данным полевых и дистанционных измерений

Шарад П. Джоши¹, Прадип К. Мул¹, Правин Р. Маски², У Лицзун³, Доротеа Стумм¹

¹*Международный центр интегрированного развития горных регионов, Катманду, Непал*

²*Министерство управления ирригацией Непала, Катманду, Непал*

³*Институт исследований окружающей среды и инжиниринга в холодных и аридных регионах Китайской академии наук, Ланьчжоу, Китай*

sjoshi@icimod.org

Monitoring of Three Potential Dangerous Glacial Lakes in the Nepal Himalayas Based on Field and Remotely Sensed Measurements

Sharad P. Joshi¹, Pradeep K. Mool¹, Pravin R. Maskey², Wu Lizong³, Dorothea Stumm¹

¹*International Centre for Integrated Mountain Development, Kathmandu, Nepal*

²*Ministry of Irrigation Government of Nepal, Shingha Durbar, Kathmandu, Nepal*

³*Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academic Science, Lanzhou, China*

sjoshi@icimod.org

Glacial lakes are potential natural threats to downstream communities. In the past half century, many lakes formed, enlarged and some of them burst out as process of glacier

thinning and retreating as well external triggers. About 23 GLOF events were documented in the last eighty years in Nepal, several of which have caused considerable damage and loss of life.

Based on a glacial lake inventory and preliminary risk assessment, 21 potentially dangerous glacial lakes have been identified for detailed regular monitoring in Nepal. Three were selected as case studies: Thulagi, Tsho Rolpa and Imja. This paper presents the monitoring of these lakes by remote sensing and field measurements.

Regular mapping of glacial lakes is essential for mitigating the GLOF risks. To detect area growth, topographical maps, aerial photos, high spatial resolution multispectral images and microwave data were used (e.g. Corona, Landsat, ALOS PRISM, AVNIR-2, Ikonos-2, QuickBird). Fieldwork included topography, bathymetry and dGPS surveys in 1995 and 2009 for Thulagi, in 1993-94 and 2009 for Tsho Rolpa, and 1992, 1997, 2002 and 2009 for Imja.

This study shows that all three lakes formed from small supraglacial ponds since the middle of the twentieth century, and with area growth rates of $0.0145 \text{ km}^2\text{yr}^{-1}$, $0.0115 \text{ km}^2\text{yr}^{-1}$ and $0.0241 \text{ km}^2\text{yr}^{-1}$ and length growth of $40\text{-}47 \text{ myr}^{-1}$, $6\text{-}14 \text{ myr}^{-1}$ and $40\text{-}43 \text{ myr}^{-1}$ per year (~1960-2010) for Thulagi, Tsho Rolpa and Imja, respectively. The lake water levels lowered by $0.3\text{-}0.5 \text{ myr}^{-1}$ in Thulagi (1995-2009) and $0.3\text{-}0.4 \text{ myr}^{-1}$ in Imja (1992-2009). Area-wise Thulagi and Tsho Rolpa are growing gradually while Imja is growing rapidly. Comparing the lake water volume, Thulagi and Imja have a steady growing rate while Tsho Rolpa is growing rapidly.

In summary, the lakes with glacier contact were continuously expanding at a considerable rate, which subsequently increased the risk for GLOFs. Also, remote sensing measurements are effective for glacial lake monitoring. However, more field surveys are needed, especially for moraines, topography and lake size.

Воздействие горнодобывающей промышленности на ледники (на примере Кумтора, массив Ак-Шийрак, Киргизский Тянь-Шань)

Рыскул А. Усубалиев

*Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли, Бишкек,
Киргизия*

r.usubaliev@caiaag.kg

Impact of mining on glaciers: case study Kumtor, AkShyirak massif, Kyrgyz Tian Shan

Ryskul A. Usubaliev

Central-Asian Institute for Applied Geosciences, Bishkek, Kyrgyzstan

r.usubaliev@caiaag.kg

Kumtor, one of the highest gold deposits in the world, is located in the heart of Tian Shan Mts., at the NW slope of AkShyirak massif, at an altitude 3700-4500 m above sea level. The mine started operation in 1997. There are many glaciers in the vicinity to open-pit gold mine and other infrastructure of Kumtor Operating Company (KOC). Open-pit mining leads

to significant impact on glaciers. Due to dust pollution close to mine glacier surface albedo during summer tends to decrease ca. 10%. Snouts of Lysyi and SaryTor glaciers are partially covered by debris from pits. Middle part of Davydov glacier with total surface area more than 10 km² was eroded by open-pit; snout was covered by debris from the pit and thus advanced more than 300 m just in 2009. Now Davydov glacier is consisted from 3 parts, separated by the open-pit. Ice flow velocity in the upper part of glacier tends to increase to due to growth of slope angle. Taking into account that Davydov glacier was surging the process lead to negative consequences for open-pit operation. Technogenic rock glaciers were formed in the slopes covered by debris from pits. In future their movement could lead to damage of infrastructure in the area. Glaciological assessment of glacier-mine interaction is important to prevent economic losses for KOC and mitigate ecological problems in the area.

Измерение внутренней скорости селя: эксперименты в лотке

Хунцзянь Ян¹, Фанцянь Вэй¹, Кайхэн Ху¹, Сергей С. Черноморец²

¹*Институт горных опасностей и окружающей среды Китайской академии наук,
Чэнду, Китай*

²*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет, Москва, Россия*

yanghj@imde.ac.cn

Flume experiments on the internal velocity measurement of debris flow

Hongjuan Yang¹, Fangqiang Wei¹, Kaiheng Hu¹, Sergey S. Chernomorets²

¹*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences,
Chengdu, China*

²*M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia*

yanghj@imde.ac.cn

Velocity is an important parameter for designing debris flow control works. It is also a fundamental aspect in debris flow dynamics research. Current methods to measure velocity are only applicable to surface velocity or mean surge velocity. The internal velocity, which is useful to study the rheological behavior of debris flow, is difficult to measure. We tried to address this problem by using the relationship between velocity and kinetic pressure, as described by surface velocity and surface kinetic pressure data. Kinetic pressure is the difference of impact pressure and static pressure. The former is detected by force sensors installed in the flow direction at the sampling section. Observations show that static pressure can be computed using the formula for static water pressure by simply substituting water density for debris flow density. We described the relationship between surface velocity and surface kinetic pressure using data from seven laboratory flume experiments. It follows:

$$u = \sqrt{2p_k / \rho_c}$$

in which p_k is kinetic pressure and ρ_c is debris flow density.

Then this relationship is used to impact data detected at different vertical positions in the sampling section, and vertical distribution of internal velocity is obtained. We fitted the

velocity data with four rheological models respectively, including Herschel-Bulkley model, Bingham model, Newtonian model, and collision model. It shows that for the experimental viscous debris flow both Herschel-Bulkley model and Bingham model are appropriate, while Bingham model has more specific physical meaning.

Новая модель для прогнозирования селей на основе взаимодействия вод и почвы в пределах водосбора

Шаоцзе Чжан, Фанцянь Вэй

*¹Институт горных опасностей и окружающей среды Китайской академии наук,
Чэнду, Китай
sj-zhang@imde.ac.cn*

A new model of debris flow forecasting based on the water-soil coupling of watershed

Shaojie Zhang, Fangqiang Wei

*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences,
Chengdu, China
sj-zhang@imde.ac.cn*

As for the present method of debris flow forecasting, the rainfall threshold based on the statistics of debris flow events in the specified watershed has been used in this debris flow forecasting method; however, it obviously has the defect of inadequately considering the influence of debris flow formation conditions. So, according to the water-soil-mixture characteristics of the debris flow in the watershed, a new model based on the debris flow formation mechanism has been proposed for the debris flow forecasting on the watershed scale, which can provide a new method for the debris flow forecasting based on the coupling of the rainfall-induced unstable soil mass and the runoff by the way of introducing the limit equilibrium method and the distributed hydrological model, respectively. The density ρ of the water-soil mixture can be obtained for the quantitative expression of the interaction of the rainfall-induced unstable soil mass and the runoff, this value can also be used for determination of probability interval of the debris flow occurrence and based on which, the early-warning grade of the debris flow can be given out. This debris flow forecasting method is not only adaptable to solve the defect of defect of statistical forecasting of debris flow, but also is able to deal with the study of debris flow formation mechanism useless in the debris flow forecasting on the area scale (watershed scale) owing to its staying on the point scale (single slope scale).