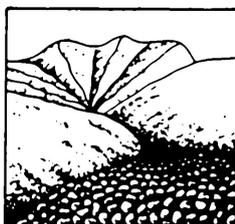


Труды Международной конференции

СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ: катастрофы, риск, прогноз, защита

Пятигорск, Россия, 22-29 сентября 2008 г.



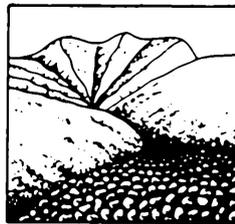
Ответственный редактор
С.С. Черноморец

Институт «Севкавгипроводхоз»
Пятигорск 2008

Proceedings of the International Conference

DEBRIS FLOWS: Disasters, Risk, Forecast, Protection

Pyatigorsk, Russia, 22-29 September 2008



Edited by
S.S. Chernomorets

Sevkavgirovodkhoz Institute
Pyatigorsk 2008

УДК 551.311.8
ББК 26.823

Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды Международной конференции. Пятигорск, Россия, 22-29 сентября 2008 г. – Отв. ред. С.С. Черноморец. – Пятигорск: Институт «Севкавгипроводхоз», 2008, 396 с.

Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the International Conference. Pyatigorsk, Russia, 22-29 September 2008. – Ed. by S.S. Chernomorets. – Pyatigorsk: Sevkavgirovodkhoz Institute, 2008, 396 p.

Ответственный редактор: С.С. Черноморец
Edited by S.S. Chernomorets

Редакция английских аннотаций: К. Маттар и О. Тутубалина
English versions of abstracts edited by K. Mattar and O. Tutubalina

При создании логотипа конференции использован рисунок из книги С.М. Флейшмана «Селевые потоки» (Москва: Географгиз, 1951, с. 51).
Conference logo is based on a figure from S.M. Fleishman's book on Debris Flows (Moscow: Geografiz, 1951, p. 51).

ISBN 978-5-91266-010-8

© Селевая ассоциация
© Институт «Севкавгипроводхоз»

© Debris Flow Association
© Sevkavgirovodkhoz Institute



Оползень 3 июня 2007 г. в Долине Гейзеров на Камчатке

В.А. Дрознин, В.Н. Двигало, Я.Д. Муравьев

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский,
Россия*

The landslide of 3 June 2007 in the Valley of Geysers on Kamchatka Peninsula

V.A. Droznin, V.N. Dvigalo, Y.D. Muravyev

*Institute of Volcanology and Seismology, Far East Division of the RAS, Petropavlovsk –
Kamchatsky, Russia*

В Долине Гейзеров на Камчатке 3 июня произошла крупнейшая геологическая катастрофа 2007 г. на территории России. Обрушение отрога «высоты 791» в бассейне одного из притоков реки Гейзерная привело к обвально-оползневому перемещению 20 млн. м³ горных пород, с формированием селя в долину р. Шумная, образованием плотины в нижнем течении реки и подпрудного озера. Несколько крупных гейзеров оказались уничтожены, часть затоплена; наблюдается перестройка режима поверхностных термопроявлений Гейзерной гидротермальной системы, по берегам озера сходят мелкие оползни происходит миграция термальных площадок и горячих источников. Обсуждаются результаты исследования последствий катастрофы: возможные причины, протекающие процессы во время и после оползня.

The largest geological disaster of 2007 in Russia occurred in the Valley of Geysers, Kamchatka, on 3 June. The collapse of a spur of unnamed “Hill 791” in the catchment of one of tributaries of the Geysernaya River led to a landslide/rock avalanche which moved 20 million m³ of rock. A consequent debris flow formed the dam downstream of the Shumnaya River valley and then a big lake formed in the Geysernaya River valley. Some large geysers appear to be destroyed, while some flooded; the regime of the superficial hydrotherm of the Geysernaya hydrothermal system was observed to change; on the coast of the dammed lake small landslips are noted, and the migration of thermal areas and hot sources is observed. We discuss the results of research of the consequences of this catastrophic event, including possible reasons for the event, and processes during and after the landslide.

1 Основные события

Камчатские гейзеры расположены в каньонообразной долине реки Гейзерная, имеющей в длину около 4 км и дренирующей восточный борт Узон-Гейзерной вулканотектонической депрессии. В результате обрушения отрога «высоты 791» в бассейне ручья Водопадного, левого притока реки Гейзерной, 3 июня 2007 г. сошел огромный оползень (рис. 1). Его отложения перегородили в нижнем течении реку Гейзерную, что привело к образованию подпрудного озера. Озеро заполнилось за 4 суток и 7 июня начался переток воды через плотину. В результате, через 4 часа река промыла в дамбе новое русло и уровень воды упал на 9 м и максимальная глубина озера по данным эхолотирования составили 20 м. Часть крупных гейзеров оказалась уничтожена, часть других оказалась в зоне затопления; по обрывистым берегам озера сошли мелкие оползни, образовались новые короткоживущие термальные источники.

При восстановлении хода событий выяснилось, что обрушения, формировавшие оползень, были двукратны. Сначала в виде своеобразного эквиплена (Геологический словарь, 1973) обрушился отрог «высоты 791» (тело 1), который собственно и сформирова-

ровал основные отложения оползня вниз по долине. Затем, на освободившуюся от главного оползня площадь «съехали» соседние юго-западные отроги (тело 2) (рис. 1,б).

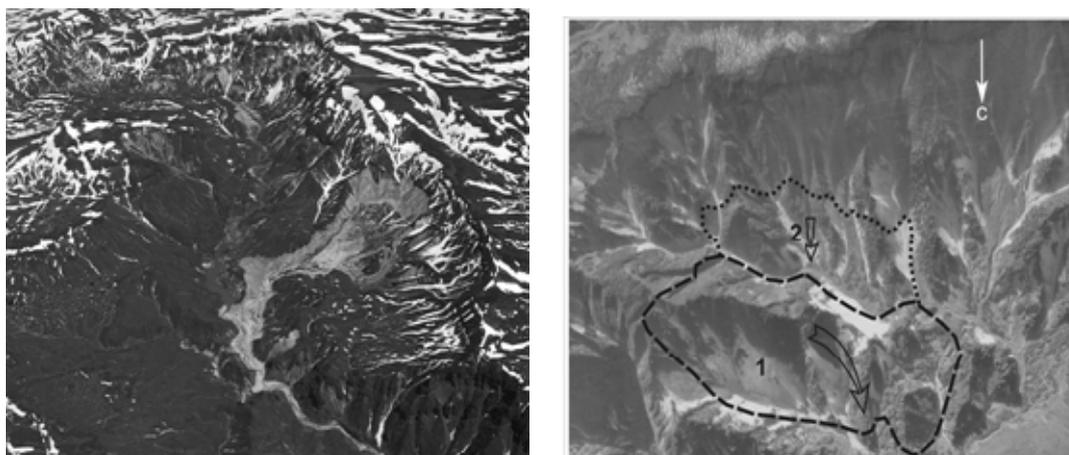


Рис.1. Каньон р. Гейзерная. Справа на первом кадре виден амфитеатр зоны формирования оползня в бассейне ручья Водопадный. На втором кадре пунктиром выделены участки двукратного обрушения.

В таблице 1 представлены результаты фотограмметрической обработки аэрофотосъемок 23 августа 1993 г. и 12 июля 2007 гг. на территорию, измененную оползнем.

Таблица 1. Количественные характеристики оползня 3 июня 2007 г.

Объем тела № 1	12238000 м ³
Объем тела №2	4762000 м ³
Объем отложений	20752000 м ³
из них объем плотины	4159000 м ³
подводной части плотины	759000 м ^{3**}
Суммарный объем грязевых потоков	305000 м ³
Площадь отложений	994096 м ²
Площадь зеркала озера на 12.07.07 г.	76100 м ²

** По данным эхолотных промеров Пинегиной Т.К.

2 Предвестники

В архиве региональной сети Камчатского филиала ГС РАН можно найти землетрясение, по времени практически совпадающее с оползнем: 3 июня 2007, 01:23:34,5; с эпицентром 54.829° с.ш., 164.051° в.д. на глубине 40,1 км. $K_s=6,7$ (устное сообщение Д.В. Дроздина). Каких либо достоверных предвестников или триггеров, предварявших оползень, зафиксировано не было. «Постфактум» можно обратить внимание на наличие запаха сероводорода, отмеченного в предыдущий день лесником Заповедника В.А. Злотниковым при пересечении зоны будущих обрушений на спуске в долину ручья Водопадный. На графике относительной объемной приливной деформации (рис. 2) показано время оползня, попавшее на внутримесячный максимум лунного цикла.

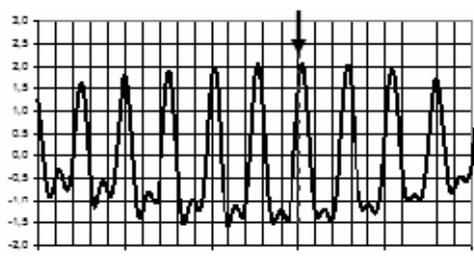


Рис. 2. График объемной приливной деформации. Стрелка – время оползня.

Плоскость отрыва тела № 1 проходит через трещину трассирующую вулканотектонический разлом субмеридионального простирания, которая известна ещё по аэрофотоснимкам 1973 г. (рис. 3).

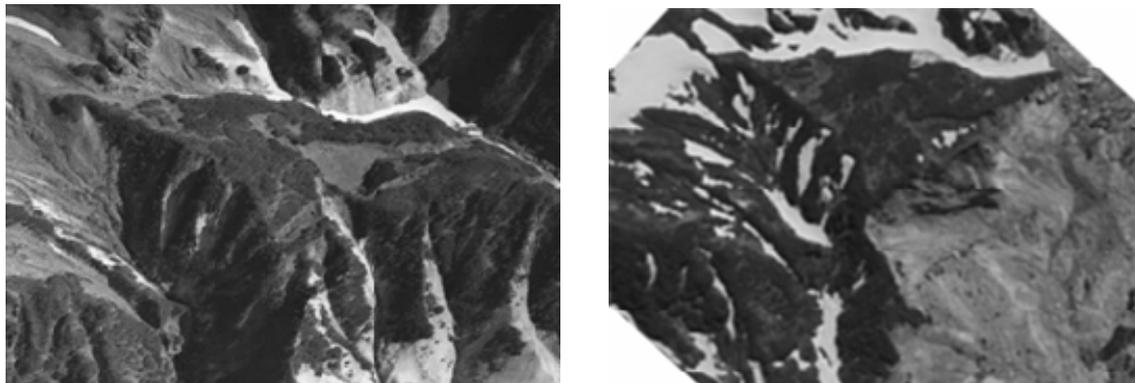


Рис. 3. Фрагменты аэрофотоснимков 1973 г. (слева) и 12 июля 2007 г. На первом кадре прослеживается трещина, по которой спустя 34 года образовалась плоскость скола.

3 Термальные проявления

Во время обрушения в месте отрыва отрога «высоты 791» был виден мощный паровой шлейф, в потоке отмечалось наличие порций разогретых (парящих) пород, долго паривших в местах их остановки. В зоне формирования оползня были вскрыты разогретые породы и сейчас здесь происходит образование нового термопроявления. Термоаномалия, обведённая кружком на изображении 1994 г. теплового излучения поверхности, проектируется на плоскость отрыва тела № 1 (рис.3).

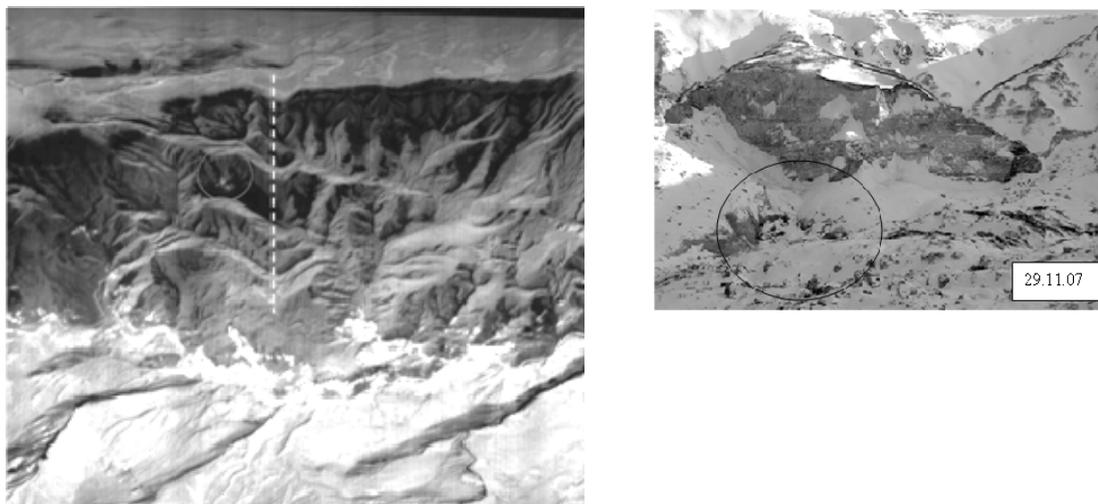


Рис. 4. Инфракрасный снимок центральной части Долины Гейзеров 1994 г. Кружком обведена температурная аномалия. На правом снимке – термопроявление у подножия обрыва плоскости скола (отрыва).

Тепла переотложенных оползнем пород хватило на поддержание высоких (до 60 °С) температур в ручье Водопадном в течении месяца после события; через полгода температура воды понизилась до 7,8 °С.

4 Некоторые особенности оползня

Обрушенные породы, слагающие тело оползня, в основном представлены плейстоценовыми озерными отложениями слабо, сцементированными туфами. Поток можно назвать крупно-глыбовым. Крупные фрагменты имеют поперечные размеры в несколько метров. Передвижение по свежему потоку было затруднено, так как наполнитель потока был увлажнён. Со слов очевидцев движение потока (расстояние около 2

км) длилось 2–2,5 минуты (?), но подобные цифры вызывают сомнения. Очевидно, что речь идет только о видимой от кордона заповедника верхней части долины ручья Водопадного, которая в длину не превышает одного километра. Несмотря на дуплетность оползня, в зоне его зарождения образовался единый амфитеатр обрушения. Тело № 2 сформировало аллохтон площадью более 0,22 км²

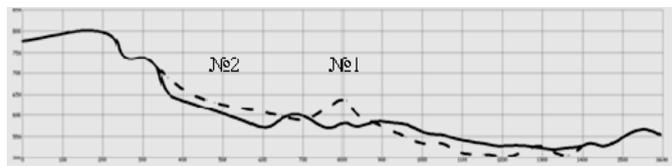


Рис. 5. Продольный профиль долины ручья Водопадного. Пунктиром показана поверхность до оползня, сплошной линией – после (профиль по оси движения).

Движение происходило по снежному покрову с вовлечением снега в поток, по крайней мере в бортовых и фронтальных частях. На динамику оползня и профиль его отложений существенно повлияли естественные преграды. Экструзивное образование «Триумфальные ворота» преградило путь потоку на р. Гейзерная и существенно увеличило высоту подпрудной плотины. Формирование поверхностного стока ручья Водопадного ещё не закончилось. На рис. 5 показано возможная к лету 2008 г. площадь распределения озёр на отложениях потока. Суммарный объём воды может составить 400000 м³, из них, в наиболее крупном, 250000 м³. Здесь возможен тот же сценарий, что и при размыве плотины на подпрудном озере.

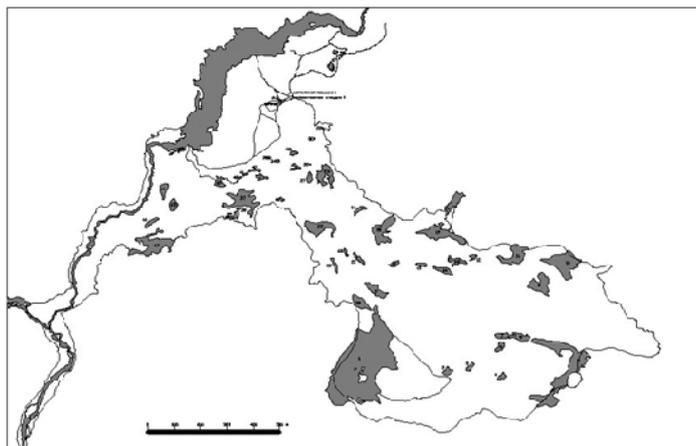


Рис. 6. Прогнозная площадь озёр (серый цвет) в период весенне-летнего снеготаяния 2008 г.

Обломочный материал, ранее выносимый Гейзерной в р. Шумную, стал отлагаться в озере наращивая толщу аллювиальных отложений в виде подвижной косы. На 12 июля его объём составил 5000 м³, а на 10 сентября 2007 г. – 8000 м³. Наибольший вынос материала происходит во время циклонов и при весеннем снеготаянии. Время полного заполнения озера порядка 70-100 лет.

5 Заключение

В геологическом аспекте подобные и более крупные оползни характерны для этого района и приурочены к глубоко вскрытому эрозией борту древней кальдеры. Они обусловлены: наличием вулcano-тектонических нарушений; залегающей (по В.Л. Леонову) с наклоном в сторону долины реки Гейзерной толщи озерных отложений; циркуляцией термальных вод и др. В настоящее время происходит адаптация Гейзерной гидротермальной системы к изменившимся гидрогеологическим условиям.

Список литературы

Геологический словарь. Москва: Недра, т. 2, 1973, 456 с.