

Зеленин Е.А., Пономарева В.В., Михайлюкова П.Г., Мельников Д.В.

ОБВАЛ НА ДЕЙСТВУЮЩЕМ ВУЛКАНЕ ЖЕЛТОВСКИЙ (ЮЖНАЯ КАМЧАТКА)

Е.А. Зеленин¹, В.В. Пономарева², П.Г. Михайлюкова³, Д.В. Мельников²

¹ Геологический институт РАН, Москва, 119017 e-mail: egorzelenin@mail.ru.

² Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский.

³ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, 119991.

Аннотация

Летом 2012 г. сошёл крупный обвал на вулкане Желтовский. Показаны основные особенности вулканической постройки, получены главные морфометрические характеристики обвала. Схождению обвала, скорее всего, способствовало наличие большого количества измененных пород в вершинной части вулканической постройки и переувлажнение грунтов в период снеготаяния. Никаких значимых сейсмических или метеорологических событий непосредственно перед обвалом не зафиксировано. Этот пример показывает, что крупные обвалы на вулканических постройках могут происходить без катастрофических предвестников, что заставляет более внимательно подходить к проблеме оценки связанной с ними опасности. Работа построена на данных дистанционных методов, большая часть которых была получена из открытых источников.

Общая характеристика вулкана Желтовский

Вулкан Желтовский расположен на Южной Камчатке примерно в 16 км к северо-востоку от Курильского озера (рис. 1). Высота вулкана, указанная на топографических картах, составляет 1957 м (съёмка 1974-1975 гг.). Постройка Желтовского была в целом сформирована в позднем плейстоцене. Она включает стратовулкан, срезанный кальдерой, и расположенный внутри кальдеры молодой конус, который увенчан крупным (~500×800 м) кратером. Кратер почти целиком заполнен голоценовыми лавовыми куполами, которые перекрывают его южную и восточную бровку. Породы вулкана – низкокальциевые базальты – дациты. В привершинной части вулкана широко распространены измененные породы. Подножие вулкана перекрыто отложениями пемзовых пирокластических потоков, связанных с кальдерообразующим извержением в районе Курильского озера ~8400 калиброванных радиоуглеродных лет назад (Ponomareva et al., 2004).

Вулкан считается действующим, поскольку для него зарегистрированы два исторических извержения: в 1923 г. и в XIX веке (Новограбленов, 1932). В начале 1972 г. на вулкане была обнаружена фумарольная активность, которая продолжалась до 1973 г. (Действующие ..., 1991).

Установление даты события

Впервые свежие обвальные отложения на южном подножии вулкана Желтовский были обнаружены в 2014 г. на снимках 26 августа 2013 г., опубликованных в июне 2014 г. на сервисе GoogleEarth. Интервал времени, в течение которого произошел обвал, установлен нами на основе анализа космических снимков, сделанных съёмочными системами Landsat-7/ETM+ и Aqua/MODIS.

Летом 2006 г. на вулкане проводились полевые работы отряда ГЕОХИ РАН. Обвал к этому времени еще не сошел. Анализ доступных архивных снимков Landsat-5 и Landsat-7 (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) позволил уточнить временной промежуток схождения обвала – 17-21 июня 2012 г. Однако небольшая периодичность съёмки местности сенсором Landsat-7/ETM+ не позволила установить точную дату события.

С целью уточнения даты обвала были проанализированы оперативные ежедневные снимки, полученные съёмочной системой MODIS на территорию исследования. (<https://earthdata.nasa.gov/labs/worldview/>). На космическом снимке от 19 июня контур обвала уже отчетливо виден, в то время как на снимке 17 июня он отсутствует. Снимки 18 июня оказались неинформативны из-за плотной облачности. Таким образом, обвал произошел в интер-

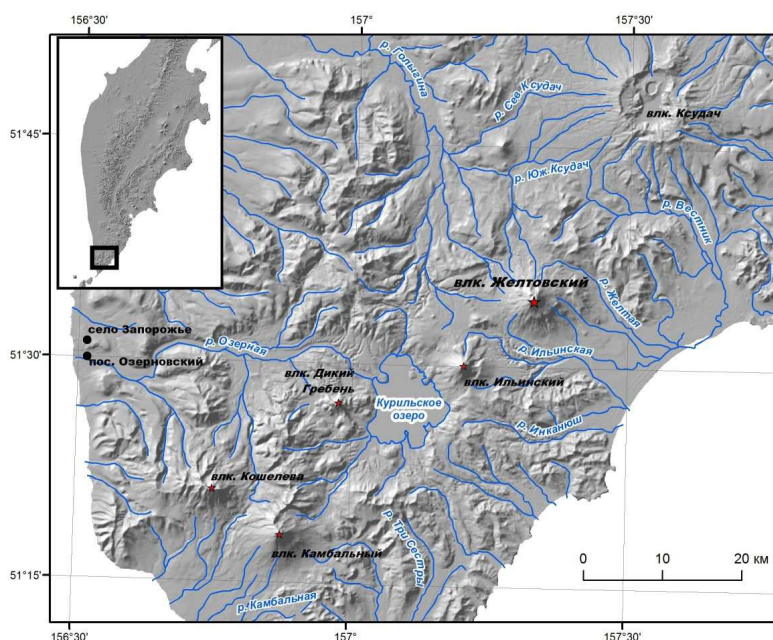


Рис. 1. Положение вулкана Желтовский.

вал времени между 14:30 17 июня и 14:20 19 июня, время Камчатское (<http://www.ssec.wisc.edu/datacenter/aqua/archive/GLOBAL/>).

Возможные причины обвала

Для оценки метеорологических условий как причины обваливания части вулканической постройки были проанализированы архивы погоды для метеостанций Ходутка и Мыс Лопатка (<http://gp5.ru>). Анализ метеоданных показал лишь небольшой дождь в предшествующий обвалу двухнедельный период. Однако следует учитывать, что верхняя часть постройки еще была покрыта снегом, который, насыщая грунт влагой, мог способствовать схождению обвала. Обзор данных из каталога землетрясений Камчатского филиала Геофизической службы РАН (http://data.emsd.ru/dbquaketxt_min/index_r.htm) показал, что непосредственно перед обвалом сейсмическая обстановка была спокойной. По дистанционным данным (<http://www.class.ncdc.noaa.>, <http://modis.higp.hawaii.edu>) в пределах вершины Желтовского вулкана не было обнаружено увеличения температуры выше фоновых значений. Также не наблюдалось повышенных температур на теле обвала.

Описание обвальных отложений

Обвал 17-19 июня 2012 года сошел с южного склона вулкана и остановился у его основания, лишь немного не дойдя до долины безымянного правого притока реки Ильинской. Стенка срыва обвала расположена на высотах 1400-1800 м и захватывает южную часть экструзивного купола II и его мантии, общая площадь обвального цирка составила около 0.3 км² (рис. 2).

Перемещенный обломочный материал частично был задержан уступом кальдеры в 1200 м к юго-востоку от стенки срыва и образовал два небольших аккумулятивных тела (А и Б на рис. 2) в верхней части постройки. Площадь шлейфа А около 0.6 км², Б – 0.25 км². Обломки, в основном слагающие осыпные шлейфы, не различимы на космоснимках метрового пространственного разрешения, но в их массе присутствуют блоки свыше до 40 м в поперечнике.

Блоки рассеяны в обломочной массе в целом равномерно с некоторой концентрацией у фронта обвала А. Шлейф Б отделен от обвального цирка верховьями эрозионного вреза. Видимо, из-за этого он сложен более однородным материалом с меньшим количеством крупных обломков. Судя по облеканию обвальным материалом погребенного до-обвального рельефа и характеру залегания обвального материала в бортах эрозионных врез, мощность этих оспей хоть и достаточна для формирования сплошного заполнителя между крупнейшими обломками, но не превышает 10 м.

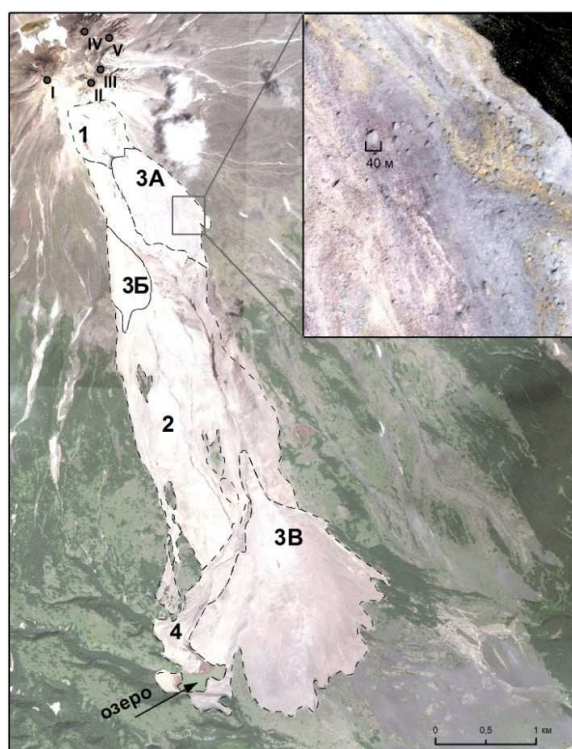


Рис. 2. Вулкан Желтовский после схождения обвала. 1 – стенка срыва, 2 – область транзита, 3 – материал обвала ненарушенный, 4 – то же, переотложенный текущей водой. Стрелкой показано положение подпрудного озера. На врезке структура обвальных отложений, различимая на космических снимках (снимки с сервиса Google Earth). Видно, что в строении обвала важную роль играют измененные породы. Римскими цифрами показаны внутрикратерные экструзивные купола в соответствии с текстом. Заглавными буквами показаны фрагменты обвала в соответствии с текстом.

Большая часть материала прошла по эрозионному врезу, прорезающему уступ кальдеры в ее юго-восточной части, и образовала обвальный конус В, прислоненный к основанию до-кальдерной постройки вулкана.

Обвал В остановился в 4-7 км от стенки срыва на обвально-пирокластическом шлейфе у подножия вулкана, в 400 м от русла крупного левого притока р. Ильинской. Обломочный материал перекрыл два эрозионных врез и сформировал подпруду, которая привела к образованию озера в период снеготаяния 2013 г. В течение лета 2013 года площадь озера оставалась примерно постоянной и составляла около 60 тыс. м².

На детальных космических снимках от 26 августа 2013 года, опубликованных на сервисе Google Earth, видно, что тело обвала имеет волнистую поверхность. По всей видимости, это связано с оседанием, уплотнением материала за период, прошедший со времени обвала, в том числе из-за вытаивания погребенного обвалом снега. В отличие от осей А и Б, облекающих вулканическую постройку, поверхность обвала В имеет выпуклую форму, показывающую его большую мощность.

Объем обвальных отложений

Описываемый обвал создал три аккумулятивных тела: два относительно небольших шлейфа внутри кальдеры и крупный конус у юго-восточного подножия вулкана, расположенный непосредственно под врезом, пересекающим уступ кальдеры. Принимая за характерную мощность верхних обвалов 10 м и учитывая их площади 0.6 км² и 0.25 км², можно оценить их суммарный объем в 8.5 млн. м³ или 0.0085 км³.

Основное тело обвала В имеет площадь 3.258 км². Принимая мощность обвальных отложений 20 м, как минимальную мощность, необходимую для того, чтобы тело обвала имело

выпуклую форму, можно получить оценку объема 0.066 км^3 или вместе с отложениями внутри кальдеры 0.067 км^3 .

Скорее всего, описываемое событие является крупнейшим обвалом, не связанным напрямую с вулканической активностью, за всю историю инструментальных наблюдений на Камчатке. Так, объем обвала в Долине Гейзеров в 2007 составил 0.021 км^3 (Двигало, Мелекесцев, 2009).

Выводы

Обвал, произошедший 17-19 июня 2012 года на юго-восточном склоне вулкана Желтовский, даже при минимальных оценках объема является крупнейшим из описанных за всю историю инструментальных наблюдений обвалом на Камчатке, не связанным с вулканической активностью. Не установлено никаких ясных предвестников обвала: не было отмечено ни увеличения региональной или локальной сейсмической активности, которая могла бы служить признаком активизации эндогенных процессов, ни сильных ливней. Предпосылками для схождения обвала послужили значительная относительная высота вулканической постройки, ее гетерогенное строение и присутствие измененных пород. Единственным возможным триггером обвала можно считать переувлажнение грунтов в период весеннего снеготаяния. Пример обвала на вулкане Желтовском показывает, что крупные обвалы на вулканических постройках могут происходить практически без предвестников, что заставляет более внимательно подходить к проблеме их прогноза и оценки связанной с ними опасности. Использование данных дистанционных исследований, большая часть которых была получена из открытых источников, позволило получить новые и довольно детальные сведения о современных процессах на вулкане, расположенном в труднодоступном районе.

Список литературы

1. Двигало В.Н., Мелекесцев И.В. Геолого-геоморфологические последствия катастрофических обвальных и обвально-оползневых процессов в Камчатской Долине Гейзеров (по данным аэрофотограмметрии) // Вулканология и сейсмология. 2009. № 5. С. 24-37.
2. Действующие вулканы Камчатки, 1991. М.: Наука. Т. 2. 415 С.
3. Новограбленов П.Т. Каталог вулканов Камчатки // Известия государственного географического общества. Т. LXIV. 1932. Вып. 1. С.88-99.
4. Ponomareva V.V., Kyle P.R., Melekestsev I.V., et al. The 7600 (14C) year BP Kurile Lake caldera-forming eruption, Kamchatka, Russia: stratigraphy and field relationships // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2004. V. 136. P. 199–222