

ГЕОТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА

УДК 551.24

DOI: [10.23671/VNC.2020.1.59062](https://doi.org/10.23671/VNC.2020.1.59062)

Оригинальная статья

О современном состоянии Колкинской (Кармадонской) проблемы и его причинах

М. Г. Бергер

Геофизический институт Владикавказского научного центра Российской академии наук,
ул. Маркова, 93а, г. Владикавказ 362002, Российская Федерация,
e-mail: berger7@rambler.ru

Статья поступила: 10.02.2020, после рецензирования: 16.03.2020, принята к публикации: 20.03.2020

Резюме: За полные 17 лет прошедшие после Кармадонской катастрофы научное сообщество не пришло к единому мнению о причинах внезапного схода ледника Колка. В условиях практического забвения режима регулярных наблюдений за состоянием ледников в главных ледниковых очагах гряды вершин Казбек-Тепли-Уалпата восточной части Центрального Кавказа особенно **актуально** концентрировать инструментальные и камеральные исследования для мониторинга воздействия основных эндогенных и экзогенных факторов на ледники региона, присутствие которых в подготовке Кармадонского события все исследователи единодушны. Среди множества гипотез внезапного схода ледника Колка основными являются три концепции: ударное воздействие обрушившихся висячих масс льда, отрыв ледника сейсмическим воздействием и газодинамический выброс, детально рассмотренные в различных ракурсах. **Цель данной статьи** обоснование газодинамической взрывоподобной природы выброса ледника Колка из своего ложа на основе анализа результатов изучения других природных, природно-техногенных и техногенных явлений, характеризующихся в той или иной мере принципиально *сходными* с этой катастрофой особенностями. Используется **метод** теоретического обоснования невозможности *механической абляции ледника* за счет гляциальных процессов, логического отрицания причин, связанных с самим ледником, его водным потенциалом или обвальными массами нависающих льдов и аномальных климатических условий. Одновременно с отрицанием гляциологических факторов используется методика аналогий, в качестве которых рассматриваются взрывные или взрывоподобные эксплозивные вулканические извержения и их сейсмическое сопровождение, вулканическое дрожание при извержениях. Теоретическое отрицание гляциально-экзогенной причины выброса ледника и теоретическая модель подготовки, протекания взрывоподобного выброса и транзита ледово-каменной массы позволяют впервые выдвинуть в качестве **основного результата** газодинамический фактор эндогенного воздействия на ледник напорными флюидами, образующимися за счет остывающего субстрата камеры стратовулкана Казбек. Газодинамическая природа катастрофической пульсации ледника Колка убедительно объясняет все аномальные природные явления, проявившиеся в 2002 г. в районе ледника Колка и смежной с ним территории на этапах подготовки, протекания и постпароксизмального завершения катастрофы, взаимосвязь между ними и их связь с катастрофой, открывает большие перспективы для дальнейшего изучения ледника Колка и в области газогляциодинамических исследований. Изложенное позволяет сделать вывод: осторожность в признании столь неординарного результата научным сообществом вызвана крайне редким проявлением взрывоподобных газодинамических выбросов ледников (неординарный результат впервые озвучен как определяющий фактор внезапного выброса ледника Колка), но это вопрос времени.

Ключевые слова: Колкинская (Кармадонская) катастрофа, ледник Колка, газодинамический выброс ледника, современное состояние исследований, причины.

Для цитирования: Бергер М. Г. О современном состоянии Колкинской (Кармадонской) проблемы и его причинах. *Геология и геофизика Юга России*. 2020. 10 (1): 21-34. DOI: [10.23671/VNC.2020.1.59062](https://doi.org/10.23671/VNC.2020.1.59062).

DOI: [10.23671/VNC.2020.1.59062](https://doi.org/10.23671/VNC.2020.1.59062)

Original paper

On the current state of the Kolka (Karmadon) problem and its causes

M. G. Berger

Geophysical Institute, Vladikavkaz Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, 93a Markova Str., Vladikavkaz 362002, Russian Federation, e-mail: berger7@rambler.ru

Received: 10.02.2020, revised: 16.03.2020, accepted: 20.03.2020

Abstract: In the full 17 years that have passed since the Karmadon disaster, the scientific community has not come to a consensus on the reasons for the sudden collapse of the Kolka glacier. In the conditions of the practical oblivion of the regular monitoring regime of the state of glaciers in the main glacial sources in the ridge of the Kazbek-Tepli-Ulpat peaks in the eastern part of the Central Caucasus, it is especially **relevant** to concentrate instrumental and desk studies to monitor the impact of the main endogenous and exogenous factors on the glaciers of the region, the presence of which in the preparation of the Karmadon event all researchers are unanimous. Among the many hypotheses of the sudden collapse of the Kolka glacier, the main are three concepts: the impact of collapsing suspended masses of ice, separation of the glacier by seismic impact and gas-dynamic outburst, which were examined in detail from different angles. **The purpose of the paper** is to substantiate the gas-dynamic explosive nature of the Kolka glacier outburst from its bed based on the analysis of the studies results of other natural, natural-technogenic and technogenic phenomena, characterized in one way or another by fundamentally *similar* features to this catastrophe. The **method** of theoretical justification of the impossibility of mechanical ablation of the glacier due to glacial processes, the logical denial of the reasons associated with the glacier itself, its water potential or collapsing masses of overhanging ice and abnormal climatic conditions is used. Along with the negation of glaciological factors, a methodology of analogies is used, which are considered explosive or explosion-like volcanic eruptions and their seismic accompaniment, volcanic tremor during eruptions. The theoretical denial of the glacial-exogenous cause of the glacier outburst and the theoretical model of the preparation, the course of the explosive outburst and the transit of the ice-stone mass make it possible to put forward as a **main result** for the first time the gas-dynamic factor of the endogenous impact on the glacier with pressure fluids generated by the cooling substrate of the Kazbek stratovolcano chamber. The gas-dynamic nature of the catastrophic pulsation of the Kolka glacier convincingly explains all the anomalous natural phenomena that appeared in 2002 in the region of the Kolka glacier and its adjacent territory at the stages of preparation, course and post-paroxysmal completion of the catastrophe, the relationship between them and their relationship with the catastrophe opens up great prospects for further study of the Kolka glacier and in the field of gas-dynamic research. The foregoing allows us to conclude that caution in recognition of such an extraordinary result by the scientific community is caused by an extremely rare manifestation of explosive gas-dynamic emissions of glaciers (an extraordinary result was first voiced as a determining factor in the sudden outburst of the Kolka glacier), but this is a matter of time.

Keywords: Kolka (Karmadon) disaster, Kolka glacier, gas-dynamic outburst of the glacier, current state of research, causes.

For citation: Berger M. G. On the current state of the Kolka (Karmadon) problem and its causes. *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2020. 10 (1): 21-34. DOI:10.23671/VNC.2020.1.59062.

В конце концов, существует только одна истина и
бесчисленное множество ошибочных путей.

А. Эйнштейн

Кто когда видел переубежденного в острой полемике ученого?

С. В. Мейен

Введение

В условиях практического забвения режима регулярных наблюдений за состоянием ледников в главных ледниковых очагах гряды вершин Казбек-Тепли-Уалпата восточной части Центрального Кавказа особенно **актуально** концентрировать инструментальные и камеральные исследования для мониторинга воздействия основных эндогенных и экзогенных факторов на ледники региона, в присутствии которых в подготовке Кармадонского события все исследователи единодушны. К сожалению такого единодушия до сих пор нет.

Отмечая необычность, экстраординарность особенностей Колкинской катастрофы, гляциологи и некоторые другие исследователи [Ананичева и др., 2008; и др.; Venn, 1998; Evans, 2003] акцентируют внимание, прежде всего, на ее гигантских масштабах и неожиданности проявления. Главным, однако, является глубокое, принципиальное отличие *характера* этих особенностей от всех известных признаков событий гляциальной природы, в том числе от детально охарактеризованных [Инструкция..., 1982; Гляциологический..., 1984 и др., Hart, 1999] признаков гляциодинамических подвижек, их *антиподальность* этим признакам. С этим заключением вполне согласуются и гигантские масштабы Колкинской катастрофы, и ее полная неожиданность для гляциологов (и, соответственно, всех других специалистов).

Принимая во внимание известные уникальные особенности Колкинской катастрофы, статья акцентирует внимания на отсутствие гляциологических признаков подвижки ледника, одновременно приводя аналоги динамических особенностей других природных, природно-техногенных и техногенных явлений, характеризующихся в той или иной мере принципиально *сходными* с этой катастрофой особенностями.

Основная цель показать газодинамический, импульсный характер воздействия на ледник Колка, для решения которой используется **метод** теоретического обоснования невозможности *механической абляции ледника* за счет гляциальных процессов, логического отрицания причин, связанных с самим ледником, его водным потенциалом или обвальными массами нависающих льдов и аномальных климатических условий. Одновременно используется метод аналогий и сопоставления динамических характеристик природных и техногенных взрывоподобных явлений с особенностями протекания Кармадонского события.

В качестве подобных явлений могут рассматриваться, например, взрывные или взрывоподобные эксплозивные вулканические извержения и их сейсмическое сопровождение, в частности, принципиально подобное проявившемуся при Колкинской катастрофе газовому поствулканическому дрожанию вулканическое дрожание, характеризуя которое, Е. И. Гордеев с соавторами [1989, с. 105-106] пишут: «По всей видимости, процесс формирования волнового поля вулканического дрожания во всех случаях имеет один и тот же механизм, и механизм этот есть формирование поверхностных волн в сложнопостроенной слоистой среде... за счет поверхностных возмущений, связанных с выделением газовой фазы на свободной поверхности».

Необходимо подчеркнуть, что сущность происшедшей катастрофы 20 сентября 2002 г. на леднике Колка носит не географический, в частности, не гляциологический, а, прежде всего, *геологический* характер.

В результате этой катастрофы произошел мгновенный выброс. Пожалуй, наиболее адекватно (хотя и весьма неопределенно) выражающий то, что произошло 20 сентября 2002 г. на леднике Колка, гляциологический термин (никем из гляциологов в данном случае не используемый) – *механическая абляция ледника*. Вопрос, однако, состоит в том, как, в результате чего произошла эта абляция, каковы ее механизм и причины, но здесь уже гляциология бессильна, решение этих вопросов – вне компетенции гляциологии (и, в целом, классической географии).

Пытаться понять и объяснить причины уничтожения ледника Колка с гляциологических позиций – примерно то же самое, что пытаться с гляциологических позиций, понять и объяснить причины уничтожения ледников (также, разумеется, лишь временного) на склонах вулканов Безымянный 30 марта 1956 г., Шивелуч 12 ноября 1964 г. или Сент-Хеленс 18 мая 1980 г. во время их извержений. Ибо во всех этих случаях причина уничтожения ледников – не в ледниках, не в величине набранной ими массы к моменту катастрофы, не в обвалах и в обвальных ударах по ним, не в глобальном потеплении или региональных климатических и локальных погодных условиях или количестве воды, скопившейся в бассейнах ледников, в самих ледниках или под ними (на их ложе). Все это и многое другое, изучением чего в течение длительного времени интенсивно занимаются многие исследователи Колкинской проблемы, к ее решению не ведет и вообще не имеет к ней никакого отношения. И вполне естественно, что все попытки получить гляциологическое решение Колкинской проблемы ни к чему не привели и не могли привести.

В действительности же, причины уничтожения выше приведенных ледников хорошо известны и вполне очевидны, кроме ледника Колка. Никакие географические (гляциологические, геоморфологические, климатические, гидрологические и пр.) факторы ни по отдельности, ни в комплексе (друг с другом или с другими факторами) даже не рассматриваются. И вообще, во всех этих случаях (опять же, в отличие от Колкинской проблемы) никакой проблемы установления причин практически мгновенного уничтожения ледников на склонах вулканов не существует в силу общеизвестности ее эндогенного решения, *эндогенного геологического* характера факторов, вызвавших уничтожение ледников, а также проявление многих других экстраординарных пароксизмальных событий, происходивших в указанных районах в это время. Принципиально таким же является решение и Колкинской проблемы, при всей ее специфичности.

Основной специфической, отличительной особенностью Колкинской (Кармадонской, Геналдонской) катастрофы является то, что, в отличие от ледников, расположенных на склонах активных (действующих) вулканов Безымянный, Шивелуч и Сент-Хеленс и уничтоженных вместе со значительной частью построек этих вулканов, главным действующим фактором, вызвавшим уничтожение ледника Колка (а также обусловившим многие другие аномальные явления, происшедшие в Колкинском и Геналдонском ущельях в ходе подготовки, протекания и завершения Колкинской катастрофы), были не вулканические, а поствулканические газы (также высоконапорные, но значительно менее нагретые и, главное, выделявшиеся в свободную фазу в течение весьма длительного времени, на значительном удалении от ледника и лишь постепенно накапливавшиеся под ледником в результате процессов

их восходящей миграции). Воздействие этих газов на ледник было продолжительным, прямым и непосредственным и, естественно, не сопровождалось никакими проявлениями магматизма.

Действие таких (поствулканических) газов, как известно, не приводит к разрушению вулканических построек (скажем, г. Казбек или г. Арарат) и другим, собственно вулканическим, последствиям, но, как теперь очевидно, может приводить и иногда, хотя и очень редко (что вполне естественно для природных катастроф столь гигантского масштаба), приводит к катастрофическим пароксизмальным взрывоподобным направленным газодинамическим выбросам (и, соответственно, уничтожению) некоторых горных ледников (или их частей), расположенных на склонах вулканов или вблизи от них, а возможно, и в других горных районах, где, в соответствии с глубинными и поверхностными геологическими условиями (прежде всего, историко-геологическими, флюидодинамическими, петрологическими и структурно-тектоническими), могут происходить мощные прорывы концентрированных (гидродинамически сосредоточенных) потоков высоконапорных глубинных поствулканических или постмагматических газов непосредственно под ледники, являющиеся локальными непроницаемыми (газоупорными) барьерами со свободной поверхностью.

При этом подстилающий выбрасываемый ледник литосферный субстрат, даже его верхняя часть, представленная донной мореной ледника, в отличие от взрывных (эксплозивных) вулканических извержений, в основном, сохраняется. Для катастрофического выброса ледника Колка 20 сентября 2002 г. это было показано М. Ю. Никитиным и др. [2007, с. 7; Evans etc, 2009] и с газодинамических позиций, с привлечением проявления установленного автором [Бергер, 2007, с. 54-55 и др.] эффекта газового домкрата на подготовительной стадии Колкинской катастрофы.

Результаты работ

Как неоднократно было показано автором, начиная с 2003 г. [Бергер, 2004, 2006 и др.] и подтверждено результатами последующих исследований [Бергер, 2007, и др.], все особенности (признаки) Колкинской (Кармадонской) катастрофы, исключительно мощно проявившиеся в ее эпицентральной зоне, совершенно однозначно указывают на ее взрывной или взрывоподобный характер.

Известно несколько типов таких явлений. Это, прежде всего, техногенные (химические и ядерные) взрывы на выброс гигантской силы, метеоритные взрывы, взрывные (эксплозивные) вулканические извержения и взрывоподобные внезапные газодинамические выбросы.

Никаких оснований предполагать наличие на леднике Колка 20 сентября 2002 г. явлений первых трех типов не существует (хотя предположения о возможности проявления некоторых из них были высказаны в научных публикациях и средствах массовой информации).

Зато имеются все основания считать Колкинскую (Кармадонскую) катастрофу 2002 года *пароксизмальным взрывоподобным направленным поствулканическим внезапным газодинамическим выбросом ледника Колка*. Таково полное определение характера (геодинамического типа) этой катастрофы.

Такая идентификация геодинамического типа Колкинской катастрофы в эпицентральной зоне ее проявления подтверждается всеми весьма многочисленными

ее особенностями, является полностью доказанной, исчерпывающей, однозначной и вообще единственно возможной.

В соответствии с таким определением, Колкинская катастрофа 2002 г. и подобные ей в генетическом плане и по особенностям проявления ледниковые катастрофы (Колка, июль 1902 г. и 1752 г., Девдорак, 1832 и 1776 гг., Уаскаран, 1962 и 1970 гг., Арарат, июнь 1840 г. и др.) представляют собой новый, ранее неизвестный геодинамический тип чрезвычайно опасных пароксизмальных эндогенных природных катастроф поствулканического или постмагматического газодинамического генезиса [Huggel, 2009].

Важнейшей характерной (так сказать, генотипической) особенностью Колкинской катастрофы (и других катастрофических событий, принципиально подобных Колкинской катастрофе по генезису (причинам) и механизму протекания) является наличие следующего последовательного ряда зон ее проявления: 1) гигантской воронки (полости) выброса, возникшей на месте выброшенного ледника, – эпицентральной зоны газодинамического выброса; 2) зоны в значительной мере субэпирального (по воздуху) инерционного движения выброшенного ледово-каменного материала продуктов разрушения ледника (эта зона обычно именуется зоной транзита) и 3) гигантского по объему ледово-каменного навала (завала) выброшенного и вовлеченного в движение материала (зоны его аккумуляции). (Гигантский высоконапорный аномально высокоскоростной гляциальный сель, проявившийся за Кармадонскими воротами, – вторичное явление, возникшее вследствие взрывоподобного направленного газодинамического выброса ледника Колка и смещения части выброшенного и вовлеченного в движение материала с текущими водами рек Геналдон и Гизельдон.)

Само наличие перечисленных зон, их последовательность и присущие каждой из них очень показательные весьма специфические признаки совершенно однозначно характеризуют Колкинскую катастрофу как взрывоподобный направленный газодинамический выброс ледника.

Практически полностью идентичными этой катастрофе по особенностям развития и зональности являются глубоко изученные многочисленные техногенные направленные взрывы на выброс [Покровский, 1980; Черниговский, 1976; Ромашов, 1976, 1980; и мн. др.], основным результатом которых является практически мгновенное образование гигантских навалов горнопородных масс на том или ином удалении от мест их первоначального залегания.

Все это, в совокупности с многочисленными другими фактами, характеризующими Колкинскую катастрофу, настолько очевидно, что было бы странным, если бы мысль о взрывном характере Колкинской катастрофы никому ранее не приходила в голову. И она приходила, о чем, в частности, еще в первые дни после катастрофы сообщали некоторые средства массовой информации. Но люди просто не знали, как можно объяснить такой характер этой катастрофы. А о взрывоподобных внезапных газодинамических выбросах они, вероятно, просто не слышали (в чем автор убежден, в частности, в беседах с некоторыми гляциологами, активно отстаивавшими гляциологическую версию о подвижке ледника Колка 2002 г.).

Исключительная специфика многочисленных особенностей Колкинской катастрофы, их глубокое, принципиальное отличие от особенностей всех типов природных и природно-техногенных явлений, кроме газодинамических, их сходство, практическая идентичность с особенностями подготовки, протекания и заверше-

ния взрывоподобных внезапных газодинамических выбросов позволили с исключительно высокой доказательностью, редкой для генетических построений в геологии, палеогеографии, гляциологии и других науках о Земле, совершенно однозначно установить газодинамическую природу катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье, определить ее характер (геодинамический тип) и причины.

В соответствии с имеющимися многочисленными результатами исследований и предложенными формулировками [Петухов, Линьков, 1983; Петросян и др., 1983; Красюк и др., 2004; Внезапный выброс, 1984; Бирюков, 2011; и мн. др.], *внезапный газодинамический (газопородный, в частности, газоледокаменный) выброс может быть определен как природное или же природно-техногенное (вызванное техногенным воздействием на горный массив) быстротекущее взрывоподобное явление, состоящее в разрушении обладающей свободной (обнаженной, открытой) поверхностью части горного массива и разлете (выбросе, выносе, отбросе, сбросе, метании) продуктов разрушения под действием расширяющихся природных газов, находившихся в сжатом состоянии, и кинетической энергии, запасенной в кусках выброшенного материала.* (Вопросы, касающиеся отличия взрывоподобных газодинамических выбросов от взрывов, в том числе взрывов на выброс или на сброс, рассмотрены в работе [Бергер, 2007, с. 100-103].)

В связи с установлением газодинамической природы Колкинской катастрофы необходимо заметить, что исследование газодинамических явлений – особая, весьма специфическая область науки. Интенсивные теоретические, методические и практические работы в этой области ведутся во многих странах еще с первой половины XIX в., а их результаты отражены во многих тысячах публикаций. По характеру объектов исследования, кругу решаемых вопросов и методам их решения, а также используемому понятийно-терминологическому аппарату это очень далекая от гляциологии область, в которой соприкасаются геомеханика, газогеохимия и ряд других областей знаний.

Обсуждение результатов

Одна из причин непростой ситуации с признанием представлений о газодинамической природе катастрофической пульсации ледника Колка в 2002 г. состоит в том, что само явление внезапных газодинамических (газопородных) выбросов неизвестно гляциологам и большинству других исследователей этой катастрофы. Действительно, газодинамический выброс – явление, естественно, эндогенное, а не гляциологическое, и до сих пор гляциологами не отмечалось (хотя и происходило, например, на леднике Колка 3 и 6 июля 1902 г.). Каждое явление когда-то устанавливается впервые, а газодинамический выброс ледника – явление, безусловно, редчайшее, хотя и не единичное. Но, хотя газодинамические выбросы ледников до 2002 г. не были установлены, сами газодинамические (газопородные) выбросы – явление достаточно распространенное, известное уже около двухсот лет, зафиксированное многие десятки тысяч раз во многих странах и регионах, отчасти даже каталогизированное, многократно детально описанное, глубоко изученное. Участие в подобных выбросах поствулканических или постмагматических газов и льда природных ледников, разумеется, вносит некоторую специфику в подготовку, развязывание (запуск) и проявление газодинамических выбросов, но не меняет существа дела, общего характера и механизма протекающих процессов, действующих природных факторов (вызывающих причин), причинно-следственных свя-

зей. Участие ледникового льда (как и солей, песчаников и некоторых других типов горных пород) в газодинамических выбросах (в соответствующих, необходимых для их подготовки условиях [Бергер, 2007]) является совершенно естественным и закономерным с учетом его фильтрационных, реологических, прочностных и плотностных свойств.

Пароксизмальные взрывоподобные газодинамические выбросы ледников, судя по оставленным ими следам, неоднократно происходили на Земле, в том числе на Кавказе, и ранее, но установить (идентифицировать) их, определить их газодинамическую природу, выявить их механизм и причины удалось лишь после гигантской катастрофы 2002 г. с эпицентром на леднике Колка, следы которой проявились на огромной территории и лишь немного не дошли до пригородов Владикавказа.

Волнообразно пульсационно протекающий газодинамический выброс гигантского масштаба является сложным источником сейсмических волн [Hornes, 2013]. В случае же неодноактности (неоднородности, неоднотадийности) проявления газодинамического выброса и близости времени проявления его различных актов, промежутки между которыми не выходят за пределы нескольких минут, сейсмическая картина еще более усложняется. По-видимому, именно такова ситуация в случае газодинамического выброса ледника Колка 20 сентября 2002 г. [Процесс..., 2009; и др.]. Это, разумеется, существенно затрудняет однозначную и достоверную интерпретацию имеющихся сейсмических данных об этом событии.

Сейсмология таких взрывоподобных направленных поствулканических газодинамических выбросов (по заключению автора), которая может быть названа газогляциодинамической сейсмологией, пока делает только первые шаги. Привлечение имеющегося опыта сейсмологических исследований внезапных газодинамических выбросов, ударных явлений различного типа, направленных взрывов и эксплозивных вулканических извержений, возможно, позволит внести несколько большую ясность в данный вопрос.

Неоднократно происходили в прошлом, безусловно, и взрывоподобные направленные выбросы ледника Колка, история развития которого относительно известна лишь с 1752 г. [Рототаев и др., 1983; Панов, 1993;], а в гораздо большей части остается неизвестной. Об этом свидетельствуют, в частности, «следы ледниковой обработки высоко на скалах в ущелье Колки» [Рототаев и др., 1983, с. 17], на которые обратил внимание К. П. Рототаев во время его рекогносцировочных исследований еще в 1954-1955 гг. и которые в течение полувека не имели объяснения. (Само собой разумеется, что эти следы не являются следами водных потоков, всюду усматриваемых гляциологами).

Установление газодинамической природы катастрофической пульсации ледника Колка, как говорится, поставило все на свои места: стали понятными и получили вполне убедительное объяснение все аномальные природные явления, проявившиеся в 2002 г. в районе ледника Колка и смежной с ним территории на этапах подготовки, протекания и постпароксизмального завершения катастрофы, взаимосвязь между ними и их связь с катастрофой, а главное – совершенно экстраординарные особенности этой катастрофы, остававшиеся необъяснимыми, несмотря на привлекаемые *ad hoc* (специально для данного случая) многочисленные предположения, в том числе совершенно невероятные и ошибочные.

Установление газодинамической природы катастрофической пульсации ледника Колка 2002 г. открывает большие перспективы для дальнейших работ, как в из-

учении ледника Колка, так и в целом в области газогляциодинамических исследований – принципиально новой области исследований ледников и связанных с ними опасных, в том числе катастрофических, эндогенных природных процессов. Оно устанавливает новый тип катастрофических природных явлений – пароксизмальные направленные взрывоподобные внезапные газодинамические выбросы ледников, открывает новую область исследований в науках о Земле – газогляциодинамику, указывает на существование и необходимость углубленных комплексных исследований весьма специфических сложных неравновесных природных геодинамических систем (мегасистем) нового типа – лито-газо-гидро-гляциодинамических, в составе которых ледник вместе с областью его питания («ледосбора») образует лишь сравнительно небольшую верхнюю часть, тесно связанную с подстилающим литосферным субстратом и реагирующую на происходящие в нем процессы (прежде всего, процессы массоэнергопереноса). Одной из таких природных систем является геодинамическая система ледника Колка.

Вместе с тем, несмотря на доказательность, однозначность и неопровержимость заключения о взрывоподобном характере и газодинамической природе катастрофической пульсации ледника Колка (и принципиально подобных ей предшествующих пароксизмальных пульсаций этого ледника), ситуация в этой области науки все еще остается сложной, чему есть различные объективные и субъективные причины, отчасти показанные в этой и предшествующих работах автора. Их преодоление требует времени и усилий. Остается только надеяться, что это произойдет еще до следующей катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье и что эта катастрофа не окажется столь же неожиданной и трагичной, как предыдущие (из которых достоверно известны только три – в 2002, 1902 и 1752 гг.).

Изучение природных катастроф, выявление причин и механизма их проявления – непростое дело: они редко наблюдаются специалистами в момент их запуска в эпицентре или в непосредственной близости от него, а процессы, происходящие в их глубинном очаге (существование которого, впрочем, иногда, в том числе в большинстве исследований Колкинской катастрофы, даже не предполагается) и вблизи от него, вообще ненаблюдаемы. К числу таких катастроф относится и гигантская катастрофа на леднике Колка и в Геналдонском ущелье 2002 года.

Все это существенно затрудняет получение достоверных заключений о Колкинской катастрофе и во многом определяет современное состояние ее исследований.

Тем не менее, высказываемые иногда представления о принципиальной неизвестности, невозможности доказательного определения природы (причин и механизма проявления) катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье лишены оснований.

Хотя протекающие в глубинных недрах Земли геологические процессы не могут быть установлены путем проведения непосредственных прямых наблюдений, это, однако, не означает, что их характеристика всегда является лишь предположительной, гипотетической и недостоверной. Во многих случаях они устанавливаются вполне доказательно, достоверно и однозначно по их проявлениям, прежде всего, наблюдающимся на земной поверхности. Одним из таких грандиозных поверхностных проявлений глубинных эндогенных геологических процессов являются неоднократные пароксизмальные катастрофические пульсации ледника Колка, в частности, его пульсация 20 сентября 2002 года.

Одной из особенностей современного состояния исследований катастрофической пульсации ледника Колка являются весьма распространенные попытки ее определения и объяснения с географических позиций, на основе традиционных представлений динамической гляциологии о ледниковых подвижках, оползнях, селях, обвалах и пр.

Одним из основных результатов такого подхода является бездоказательное и ошибочное определение Колкинской катастрофы в эпицентральной области ее проявления как подвижки ледника и гляциального селя.

Такое заключение было определено (можно сказать, изначально предопределено), прежде всего, обращением за разъяснениями по поводу Колкинской катастрофы 2002 г. к гляциологам и имевшимися заключениями гляциологов [Рототаев и др., 1983; и др.] о предыдущих пульсациях ледника Колка, в том числе о его катастрофической пульсации 1902 г., которая до последнего времени не имела обоснованной и правильной генетической гляциологической интерпретации.

Однако, особенности катастрофической пульсации ледника Колка 2002 г. [Бергер, 2007, с. 66 и далее, с. 208 и далее; не аналогичны известным [Инструкция..., 1982; Гляциологический..., 1984; и др.] особенностям подвижек ледников, а во многом *антиподальны* им. По всем особенностям это был *взрывоподобный направленный газодинамический выброс ледника* [Бергер, 2004, 2006, 2007 и др.]. А определять и объяснять механизм и причины катастрофы взялись гляциологи, специалисты по гляциодинамическим подвижкам, не имеющие никакого представления о газодинамических выбросах. В этом и состоит парадоксальность (здесь уместны и другие определения) существующей в данной области ситуации, источник и основная причина многочисленных ошибок и разногласий по данной проблеме.

Фактически, происшедшая в течение немногих минут 20 сентября 2002 г. пароксизмальная взрывоподобная газодинамическая аннигиляция ледника Колка и последующие процессы его восстановления *диаметрально противоположны* тому, что происходит с ледником в ходе его подвижки.

При проявлении гляциодинамической подвижки ледник, как известно, не исчезает, как в данном случае, наоборот, в той или иной мере увеличивает, наращивает свою площадь путем продвижения за пределы своего исходного (планового) контура. В последующем же происходит не регенерация ледника путем зарождения нового ледника на месте исчезнувшего и увеличения его площади, как в данном случае, а наоборот, уменьшение площади ледника в результате стаивания его продвинувшейся части, сохраняющей связь с его основным телом.

Выводы

Вышеизложенное (и многочисленные другие факты) исключает возможность идентификации геодинамического типа катастрофической пульсации ледника Колка 2002 г. в качестве подвижки ледника, имеющей гляциодинамическую природу.

Все весьма многочисленные попытки гляциологов, а также геоморфологов, климатологов и других специалистов-географов решить Колкинскую (Кармадонскую) проблему, объяснить Колкинскую катастрофу, определить ее характер (геодинамический тип, механизм подготовки и протекания), установить ее причины (действующие факторы) безуспешны и бесперспективны, ибо *объяснить газоди-*

намические процессы и явления, раскрыть их сущность, определить причины с географических позиций, на основе традиционных гляциодинамических представлений невозможно.

Доказательная детальная реконструкция катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье, особенно в ее эпицентре и очаге поражения, и установление ее причин (вызвавших эту катастрофу природных факторов) – непростое дело.

Более того, даже для техногенных взрывов на выброс и на сброс, при заблаговременной известности времени и места их проведения, многократности повторения в различных условиях и хорошей изученности этих условий, детальная реконструкция процессов их протекания в эпицентральных зонах – непростое дело.

Это объясняется, прежде всего, очень высокими скоростями их протекания, огромной концентрацией энергии, гигантскими давлениями [Покровский, 1980].

Тем более затруднительным является изучение катастрофических внезапных взрывоподобных газодинамических явлений гигантской силы (величины выделившейся энергии), установление характера (механизма протекания) и причин.

С учетом крайней редкости проявления взрывоподобных внезапных газодинамических выбросов ледников, их проявления на ледниках, но, в то же время, их неледникового (не гляциального) и вообще не поверхностного, не экзогенного, а глубинного, эндогенного генезиса и лишь недавнего установления их причин и физического (геомеханического) характера, не приходится удивляться тому, что признание газодинамической природы этих выбросов происходит далеко не просто.

В ходе пока еще непродолжительной истории изучения Колкинской катастрофы было высказано немало необоснованных и ошибочных представлений по данной проблеме. В развитии человеческого познания избежать этого невозможно. Но в данной истории дело, в конце концов, даже не столько в необоснованности и ошибочности представлений, содержащихся в некоторых (весьма многочисленных) работах, сколько в самом подходе к их обоснованию и отстаиванию, характеризующемся нередко игнорированием и искажением фактов, их произвольной субъективной интерпретацией, нарушениями логики и научной этики. В науке подобное – также не редкость. Но успехов на этом пути не бывает.

Таковы некоторые субъективные причины современного состояния исследований катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье.

Литература

1. Ананичева М. Д., Глазовский А. Ф., Котляков В. М., Михаленко В. Н., Носенко Г. А., Осипова Г. Б., Рототаева О. В., Соломина О. Н., Цветков Д. Г. Неустойчивость современного оледенения, ледниковые катастрофы. // Изменение окружающей среды и климата. Природные и связанные с ними техногенные катастрофы. В 8 томах. Том III. Опасные природные явления на поверхности суши: механизм и катастрофические следствия. – М.: ИГ РАН, ИФЗ РАН, 2008. – С. 11-29.

2. Бергер М. Г. Газодинамический выброс ледника Колка 20 сентября 2002 г. – новое катастрофическое природное явление. // Предупреждение опасных ситуаций в высокогорных районах: Тезисы докладов Международной конференции, г. Владикавказ, 23-26 июня 2004 г. – Владикавказ: РЕМАРКО, 2004. – С. 4-5.

3. Бергер М. Г. Природная катастрофа на леднике Колка 20 сентября 2002 года – внезапный газодинамический выброс ледника. // Предупреждение опасных ситуаций в высокогорных районах: Доклады Международной конференции. Владикавказ-Москва, 23-26 июня 2004 г. – Владикавказ: Олимп, 2006. – С. 41-49.

4. Бергер М. Г. Ледник Колка: Катастрофа 20 сентября 2002 года – внезапный газодинамический выброс ледника. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007. – 248 с.
5. Бирюков Ю. М. Техногенная газодинамика. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2011. – 159 с.
6. Внезапный выброс. // Горная энциклопедия. Т. 1. – М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1984. – С. 392-393.
7. Гляциологический словарь. / Под ред. В. М. Котлякова. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 528 с.
8. Гордеев Е. И., Салтыков В. А., Сеницын В. И., Чебров В. Н. Временные и пространственные характеристики волновых полей вулканического дрожания. // Вулканология и сейсмология. – 1989. – № 4. – С. 98-112.
9. Инструкция по составлению каталога пульсирующих ледников СССР. // Материалы гляциологических исследований. Хроника, обсуждения. – 1982. – Вып. 44. – С. 208-225.
10. Красюк Н. Н., Золотых С. С., Максименко Ю. М., Осыка Я. С., Абрамкин Н. И. Механизм формирования выбросоопасной ситуации и способы предотвращения выбросоопасности угленосного массива: Учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во МГГУ, 2004. – 107 с.
11. Никитин М. Ю., Гончаренко О. А., Галушкин И. В. Динамика и стадийность развития Геналдонского ледово-каменного потока на основе дистанционного анализа. // Вестник Владикавказского научного центра РАН и РСО-А. – 2007. – Т. 7. № 3. – С. 2-15.
12. Панов В. Д. Эволюция современного оледенения Кавказа. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 432 с.
13. Петросян А. Э., Иванов Б. М., Крупеня В. Г. Теория внезапных выбросов. – М.: Наука, 1983. – 152 с.
14. Петухов И. М., Линьков А. М. Механика горных ударов и выбросов. – М.: Недра, 1983. – 280 с.
15. Покровский Г. И. Взрыв. 4-е изд. – М.: Недра, 1980. – 190 с.
16. Процесс схода ледника Колка 20 сентября 2002 г. / Отв. ред. В. Б. Заалишвили. – Владикавказ: ВНИЦ РАН и РСО-А, 2009. – 165 с.
17. Ромашов А. Н. Особенности развития выброса породы при взрывах на склоне. // Разрушение и деформирование твердой среды взрывом. Взрывное дело. Сборник №76/33. – М.: Недра, 1976. – С. 85-97.
18. Ромашов А. Н. Особенности действия крупных подземных взрывов. – М.: Недра, 1980. – 244 с.
19. Рототаев К. П., Ходаков В. Г., Кренке А. Н. Исследование пульсирующего ледника Колка. – М.: Наука, 1983. – 169 с.
20. Черниговский А. А. Применение направленного взрыва в горном деле и строительстве. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Недра, 1976. – 319 с.
21. Benn D. I., Evans D. J. A. *Glaciers and Glaciation*. London: Arnold, 1998. 734 p.
22. Evans D. J. A., Rea B. R. Surging glacier landsystem // *Glacial Landsystems*. L.: Arnold, 2003. P. 259-288.
23. Hart J. K. Identifying fast ice flow from landform assemblages in the geological record: a discussion // *Annals of Glaciology*. 1999. Vol. 28. P. 59-66.
24. Evans S. G., Bishop N. F., Smoll L. F., Murillo P. V., Delaney K. B., Oliver-Smith A. A re-examination of the mechanism and human impact of catastrophic mass flows originating on Nevado Huascarán, Cordillera Blanca, Peru in 1962 and 1970 // *Engineering Geology*. 2009. V. 108. № 1-2. P. 96-118. – DOI:10.1016/j. enggeo. 2009.06.020.
25. Huggel C. Recent extreme slope failures in glacial environments: effects of thermal perturbation // *Quaternary Science Reviews*. 2009. V. 28. P. 1119-1130.
26. Hornes A., Gjermundsen E. F., Rasmussen T. L. // From mountain top the deep sea Delectation in 4D of the northwestern Barents Sea ice sheet. *Quaternary Science Reviews* 2013, vol. 75, p. 78-99.

References

1. Ananicheva M.D., Glazovskii A.F., Kotlyakov V.M., Mikhaleiko V.N., Nosenko G.A., Osipova G.B., Rototaeva O.V., Solomina O.N., Tsvetkov D.G. Instability of modern glaciation, glacial disasters. Changes in the environment and climate. Natural and related technological disasters. In 8 volumes. Volume III Natural hazards on land: mechanism and catastrophic consequences. Moscow. IG RAS, IPE RAS, 2008. pp. 11-29. (In Russ.)
2. Berger M. G. The gas-dynamic outburst of the Kolka glacier on September 20, 2002 is a new catastrophic natural phenomenon. In: Prevention of dangerous situations in high mountain regions (abstract). Vladikavkaz, June 23-26, 2004, Vladikavkaz: REMARKO, 2004. pp. 4-5. (In Russ.)
3. Berger M. G. The natural disaster on the Kolka glacier on September 20, 2002 is a sudden gas-dynamic outburst of the glacier. In: Prevention of dangerous situations in high mountain regions (report). Vladikavkaz-Moscow, June 23-26, 2004, Vladikavkaz, Olimp, 2006. pp. 41-49. (In Russ.)
4. Berger M. G. Kolka Glacier: The catastrophe of September 20, 2002 is a sudden gas-dynamic outburst of a glacier. Moscow. Publishing House of LKI, 2007. 248 p. (In Russ.)
5. Biryukov Yu.M. Technogenic gas dynamics. Kaliningrad, Publishing House of FSBEI HPE "KSTU", 2011. 159 p. (In Russ.)
6. A sudden outburst. Mining Encyclopedia. Vol. 1. Moscow. Publishing house "Soviet Encyclopedia", 1984. pp. 392-393. (In Russ.)
7. Glaciological dictionary. Leningrad. Gidrometeoizdat, 1984. 528 p. (In Russ.)
8. Gordeev E.I., Saltykov V.A., Sinitsyn V.I., Chebrov V.N. Temporal and spatial characteristics of wave fields of volcanic tremor. Volcanology and seismology. 1989. No. 4. pp. 98-112. (In Russ.)
9. Instructions for compiling a catalog of surging glaciers of the USSR. Materials of glaciological studies. Chronicle, discussions. 1982. Issue. 44. pp. 208-225. (In Russ.)
10. Krasnyuk N.N., Zolotykh S.S., Maksimenko Yu.M., Osyka Ya.S., Abramkin N.I. The formation mechanism of an outburst-hazardous situation and ways to prevent the outburst hazard of a carbonaceous massif. Textbook. Moscow. Publishing House of MSU, 2004. 107 p. (In Russ.)
11. Nikitin M. Yu., Goncharenko O.A., Galushkin I. V. Dynamics and staged development of the Genaldon ice-stone stream based on remote analysis. Bulletin of the VSC RAS and RNO-A, 2007. Vol. 7. No³. pp. 2-15. (In Russ.)
12. Panov V.D. The evolution of modern glaciation of the Caucasus. Saint Petersburg. Gidrometeoizdat, 1993. 432 p. (In Russ.)
13. Petrosyan A.E., Ivanov B.M., Krupenya V.G. Theory of sudden outbursts. Moscow. Nauka, 1983. 152 p. (In Russ.)
14. Petukhov I.M., Lin'kov A.M. Mechanics of rock bumps and outbursts. Moscow. Nedra. 1983. 280 p. (In Russ.)
15. Pokrovskii G.I. Explosion. 4th ed. Moscow. Nedra, 1980. 190 p. (In Russ.)
16. The process of the Kolka glacier collapse on September 20, 2002. Vladikavkaz, VSC RAS and North Ossetia-Alania, 2009. 165 p. (In Russ.)
17. Romashov A.N. Development features of the rock outburst during explosions on the slope. Destruction and deformation of a solid medium by explosion. Blasting. Collection No. 76/33. Moscow. Nedra, 1976. pp. 85-97. (In Russ.)
18. Romashov A.N. Features of the large underground explosions. Moscow. Nedra, 1980. 244 p. (In Russ.)
19. Rototaev K. P., Khodakov V. G., Krenke A. N. Exploration of the surging Kolka glacier. – Moscow. Nauka, 1983. 169 p. (In Russ.)
20. Chernigovskii A.A. The use of a directed explosion in mining and construction. 2nd edition. Moscow. Nedra, 1976. 319 p. (In Russ.)
21. Benn D. I., Evans D. J. A. Glaciers and Glaciation. London, Arnold, 1998. 734 p.

22. Evans D.J. A., Rea B.R. Surging glacier landsystem. *Glacial Landsystems*. London, Arnold, 2003. pp. 259-288.
23. Evans S.G., Bishop N.F., Smoll L.F., Murillo P.V., Delaney K.B., Oliver-Smith A. A re-examination of the mechanism and human impact of catastrophic mass flows originating on Nevado Huascarán, Cordillera Blanca, Peru in 1962 and 1970. *Engineering Geology*. 2009. Vol. 108. No. 1-2. pp. 96-118. DOI:10.1016/j. enggeo. 2009.06.020.
24. Hart J. K. Identifying fast ice flow from landform assemblages in the geological record: a discussion. *Annals of Glaciology*. 1999. Vol. 28. pp. 59-66.
25. Hornes A., Gjermundsen E. F., Rasmussen T. L. From mountain top the deep sea Delectation in 4D of the northwestern Barents Sea ice sheet. *Quaternary Science Reviews*. 2013. Vol. 75. pp. 78-99.
26. Huggel C. Recent extreme slope failures in glacial environments: effects of thermal perturbation. *Quaternary Science Reviews*. 2009. Vol. 28. pp. 1119-1130.