ДИСКУССИИ, ОБСУЖДЕНИЯ

УДК 551.24 (234.9)

DOI: 10.23671/VNC.2018.2.14358

О ПРОТИВОРЕЧИВОСТИ И НЕОБОСНОВАННОСТИ ГЛЯЦИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О КАТАСТРОФИЧЕСКОЙ ПУЛЬСАЦИИ ЛЕДНИКА КОЛКА, ЕЕ ПРИЧИНАХ И АНАЛОГАХ

© 2018 М.Г. Бергер, д.г.-м.н., проф.

Геофизический институт – филиал ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Россия, 362002, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail: berger7@rambler.ru

По материалам рассмотрения обобщающих гляциологических публикаций последних лет показаны противоречивость и необоснованность гляциологических представлений о катастрофической пульсации ледника Колка 2002 года, оставленных ею следах, ее причинах, механизмах протекания и аналогах. Гляциологи, в последних работах формально принявшие негляциологическое, не экзогенное, а эндогенное решение Колкинской (Кармадонской, Геналдонской) проблемы, фактически остались на прежних ошибочных, давно опровергнутых гляциологических позициях в ее понимании. При этом в качестве аналога и эталона для сравнения принимается пульсация дагестанского долинного ледника Муркар в августе 1960 года, особенности протекания, причины и геодинамический тип (быстрая подвижка, обвал, срыв, выброс) которой достоверно не установлены и неизвестны. Затронуты вопросы о роли воды в Колкинской катастрофе, об оставленной катастрофой гигантской полости (воронке) выброса, о разлете обломочного материала продуктов разрушения ледника Колка.

Ключевые слова: ледник Колка, дагестанский ледник Муркар, Колкинская (Кармадонская, Геналдонская) катастрофа, следы (признаки), причины, аналоги, воронка выброса ледника.

Противоречивость знания есть достаточный... критерий его ложности.

А.С. Кармин, Г.Г. Бернацкий

В науке нет хозяев истины и авторитетов, кроме истины и авторитета фактов и логики.

Р.Ф. Полищук

Происшедшая в течение нескольких минут 20 сентября 2002 г. крупнейшая в истории России (а по некоторым параметрам и мира) ледниковая катастрофа на леднике Колка и в Геналдонском ущелье (северный мегасклон Центрального Кавказа, Республика Северная Осетия-Алания, Россия), именуемая Кармадонской, Геналдонской или Колкинской (ниже используется последнее из этих названий – по географическому местоположению эпицентра этой катастрофы), по-прежнему при-

влекает к себе внимание гигантскими масштабами, уникальностью особенностей проявления, трагическими последствиями, причинами, современным состоянием и развитием ледника Колка, возможностью повторения подобной катастрофы, ожидаемым временем ее возможного повторения, возможностями и путями избежать трагических последствий подобных событий в будущем.

По всем этим и связанным с ними вопросам уже опубликованы около десяти книг (научных монографий), многие сотни научных статей, проведены международные научные конференции, защищены диссертации.

По материалам рассмотрения обобщающих гляциологических публикаций последних лет показаны противоречивость и необоснованность гляциологических представлений в данной области.

Об этом же свидетельствует предпринятое в данной работе рассмотрение и всех других вопросов. Лишь определение времени возможного повторения катастрофической пульсации ледника Колка учитывает в качестве важного параметра такой гляциологический показатель, как длительность превращения в условиях ледника Колка фирна в лед. Но и при этом в качестве исходного, основного, определяющего показателя принимается такой физико-механический параметр, как время обретения фирном ледника Колка свойств непроницаемого (газоупорного) барьера [Бергер, 2018] (а также, конечно, время возможного концентрированного прорыва под ледник достаточного количества высоконапорных глубинных поствулканических природных газов, что также определяется отнюдь не поверхностными гляциальными экзогенными процессами).

Гляциологи, в последних работах формально принявшие негляциологическое решение Колкинской проблемы, фактически остались на прежних ошибочных гляциологических позициях в ее понимании. Такая эклектичность гляциологических представлений в данной области лишь подчеркивает недопустимую внутреннюю противоречивость, нелогичность и фактическую необоснованность этих представлений и вообще несостоятельность давно опровергнутых, но все еще продолжающихся попыток решать Колкинскую проблему с гляциологических позиций, в рамках гляциологии.

В печати [Бергер, 2015 и др.] уже отмечались крайне слабая разработанность, бездоказательность, противоречивость и во многом ошибочность существующих гляциологических представлений в области изучения пульсирующих ледников. Даже для ледника Колка, одного из наиболее изученных пульсирующих ледников, и его сравнительно изученной катастрофической пульсации 2002 г. в рамках даже одной и той же работы (например, [Котляков и др., 2014a]) существуют весьма противоречивые трактовки. При этом в качестве аналога и эталона для сравнения принимается пульсация дагестанского долинного ледника Муркар 20 августа 1960 г., особенности протекания и геодинамический тип (быстрая подвижка, обвал, срыв, выброс?) которой достоверно не установлены и неизвестны. Соответственно, неизвестны и ее причины (как обычно, разумеется, при наличии различных предположений и даже уверенных утверждений на этот счет).

Так, в работе [Котляков и др., 2014a, с. 159-160] о леднике Муркар и его пульсации 1960 г. говорится: «Судя по аэрофотоснимку 1957 г., темная заморенная поверхность его поднялась почти до гребней береговых морен и местами покрылась трещинами, особенно в краевых частях.

20 августа 1960 г. в селе Куруш за 15 км от ледника слышали грохот, подобный пушечным залпам, который продолжался более 30 минут. После этого небольшая

горная речка Сельды превратилась в ревущий поток, несущий обломки льда, снег и камни. Водяной вал достигал высоты 4-5 м. Ледник продвинулся на 690 м и вновь завалил днище долины Сельды на протяжении 440 м, перегородив ее ледяной стеной высотой 60 м; выше запруды образовалось временное озеро. Река в течение 20 лет находила себе путь в ледяном завале» [Котляков и др., 2014а, с. 159].

Эти данные, при всей их безусловной недостаточности, дают некоторые основания для проведения аналогий между событием в августе 1960 г. на леднике Муркар и событиями на леднике Колка в сентябре 2002 г. или в июле 1902 г. и на Девдоракском леднике в 1776 и 1832 гг., но, разумеется, не в экзогенной склоново-гравитационной гляциологической или гидрогляциологической (селевой), а в эндогенной газодинамической их интерпретации – как взрывоподобного внезапного газодинамического выброса ледника.

Однако в цитируемой работе говорится [Котляков и др., 2014а, с. 160]: «Причиной этой подвижки сначала считался обвал громадных масс льда с висячего края ледниковой шапки Базардюзю в тыловой части ледника, но позже В.Ш. Цомая и И.А. Алиевым было установлено, что граница висячих ледников не изменялась и причиной пульсации ледника стала перегрузка его тыловой части лавинами [Кисин, Тертеров, 1961; Цомая, Алиев, 1987]. Очень высокая концентрация снега на небольшой части ледника (0,12 км²), ниже которой вся поверхность языка закрыта мощным чехлом морены толщиной до 1,5-2 м, препятствующей таянию и разгрузке льда, – это те же причины, как увидим далее, что приводят к регулярным пульсациям и печально известного теперь ледника Колка. В.Ш. Цомая считал, что произошла очередная пульсация ледника Муркар...» (выделено мной. – М.Б.).

К сожалению, далее ничего этого авторы не показывают, а вместо этого приводят противоречащие этому (и взаимно противоречивые) трактовки того, что и почему случилось на леднике Колка в 2002 г. Так, на с. 167-168 той же работы [Котляков и др., 2014а] говорится: «В последние годы районы Эльбруса и Казбека требуют особого наблюдения в связи с тем, что в их недрах обнаружены близповерхностные магматические камеры, вызывающие приток тепла к земной поверхности. Активизация вулканогенных процессов неизбежно сказывается и на ледниковом покрытии массивов. Ярким подтверждением этого был выброс из своего вместилища ледника Колка, со времени которого прошло всего 12 лет. И вдруг – новое непредвиденное событие: обвал на Девдоракском леднике стал примером проявления именно вулканической активности Казбека».

И далее [Котляков и др., 2014а, с. 175-176]: «Анализ имеющихся материалов позволяет сделать несколько основных выводов о причинах Кармадонской катастрофы.

1. Катастрофа не была очередной «закономерной» подвижкой пульсирующего ледника Колка...

3. Непосредственной причиной стремительного выброса ледника, вероятнее всего, был взрыв газов под ледником, достигших критического давления...

4. Под ледником скопилось много воды... Большие объемы воды сыграли решающую роль в отрыве всей массы ледника целиком от ложа и дальности ее выброса вниз по долине на 16 км...

6. Обвалы льда и горной породы в цирке начались с конца июля 2002 г. и к 20 сентября практически завершились, но сыграли значительную роль в подготовке подвижки. Перегрузка тыловой части ледника материалом длительных обвалов

привела к нарастанию давления в подледных горизонтах и напряжений во всем его теле.

7. Ледниковая катастрофа 2002 г., вызванная в основном эндогенными причинами, - не единственная в истории долины Геналдона...».

Как видим, согласно представлениям, наконец-то (с 2014 г.), принимаемым гляциологами (но высказанным впервые отнюдь не ими еще в начале 2000-х годов [Бергер, 2003, 2004 и др.]), «непосредственной причиной стремительного выброса ледника, вероятнее всего, был взрыв газов под ледником, достигших критического давления», а не «очень высокая концентрация снега на небольшой части ледника» и не «мощный чехол морены», «препятствующей таянию и разгрузке льда», как обещали показать гляциологи [Котляков и др., 2014а, с. 160]. Правда, как эклектично продолжают все же настаивать гляциологи, «решающую роль в отрыве всей массы ледника целиком от ложа и дальности ее выброса вниз по долине на 16 км» сыграли большие объемы воды, скопившейся под ледником [Котляков и др., 2014а, с. 176]. Но вода, в любом ее количестве, безусловно, не могла вызвать, обусловить «молниеносный сход ледника Колка из своего вместилища», как определяют Колкинскую (Кармадонскую) катастрофу В.М. Котляков и другие гляциологи [Котляков и др., 2014а, с. 175]. Ни в Антарктиде, где под айсбергами целый океан воды, ни в Исландии, где подледниковые вулканические извержения приводят к возникновению огромных объемов воды под ледниками, ледники не выбрасываются стремительно из своих вместилищ на многие километры. Так что вода в любом, сколь угодно большом ее объеме (а также «высокая концентрация снега на небольшой части ледника» и «мощный чехол морены») здесь ни при чем.

* * *

Еще одним из характерных и весьма показательных примеров противоречивости, необоснованности и ошибочности представлений гляциологов о Колкинской (Кармадонской) катастрофе 2002 года и оставленных ею следах является утверждение [Котляков и др., 2014б, с. 58], согласно которому «на самом деле, на пустом ложе ледника нет гигантской воронки выброса...». В то же время утверждается [Котляков и др., 2014б, с. 61], что в освободившемся от ледника цирке *«открылась огромная пустая чаша, покрытая темным обломочным материалом»* (выделено мной. – М.Б.).

Очевидно, авторы цитируемой работы не представляют себе, что эта «огромная пустая чаша», открывшаяся в освободившемся от ледника цирке, по современным представлениям в области физики взрывов на выброс и внезапных выбросов [Адушкин, Спивак, 1993; Андреев и др., 2004; Баум и др., 1975; Родионов и др., 1971, 1986; Ромашов, 1980; Ходот, 1967; и мн. др.] и есть гигантская воронка выброса ледника Колка. Более подробное рассмотрение данного вопроса приведено в работе [Бергер, 2012].

Полностью ошибочно и утверждение гляциологов [Котляков и др., 2014б] о том, что якобы нет «никаких признаков разлета продуктов разрушения ледника».

В связи с этим, безусловно, ошибочно предполагать отсутствие разлета обломочного материала (продуктов разрушения ледника) на высоте 300 м и объяснять его нахождение там действием волны воды при явном отсутствии ее действия на меньшей высоте.

В связи с этим возникает вопрос – как поток воды мог оказаться на высоте 300 м, если ниже, на меньшей высоте, как убедительно показано гляциологами в этой

же и других работах, его не было? Это явно противоречит существующему в гидродинамике основному закону неразрывности (непрерывности или сплошности) потока жидкости, выражающему собой закон сохранения вещества в гидродинамике [Ландау, Лифшиц, 1986]. Отсюда следует, что никакой «волны воды» на высоте 300 м не было, а обломочный материал продуктов разрушения ледника Колка был заброшен на эту высоту не водным потоком, а *по воздуху, в результате разлета* продуктов взрывоподобного газодинамического выброса ледника.

Этот и другие приведенные гляциологами факты (в частности, то, что «высоко на скалы левого склона теснины заброшен свежий черный материал сланцевой морены» [Котляков и др., 2014а, с. 66], или то, что ««примазок» льда длиной около 1300 м оказался высоко над левой береговой мореной и над тыловой частью ледника» [Котляков и др., 2014б, с. 54], да и сам «молниеносный сход ледника Колка из своего вместилища» [Котляков и др., 2014а, с. 175], его стремительный выброс, носивший, как и все внезапные взрывоподобные газодинамические выбросы, преимущественно направленный характер, были обусловлены, безусловно, не обилием воды в леднике и под ним, а действием скопившегося под ледником огромного количества высоконапорных поствулканических газов [Бергер, 2003, 2004, 2006а, б, 2007 и др.].

Помимо гляциологических, существует и множество других (в том числе довольно распространенных) бездоказательных и ошибочных представлений о причинах гигантской катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье 20 сентября 2002 г. – от гигантского обвального удара по леднику до киносъёмочных работ группы Сергея Бодрова. Анализировать их здесь мы не будем. Отметим лишь, что важнейшими причинами такого состояния проблемы Колкинской (Кармадонской, Геналдонской) катастрофы являются игнорирование и искажение относящихся к данной проблеме фактов, их необоснованная и ошибочная генетическая интерпретация и нередкое нарушение элементарной логики, что неоднократно отмечалось в печати.

Литература

1. Адушкин В.В., Спивак А.А. Геомеханика крупномасштабных взрывов. – М.: Недра, 1993. – 319 с.
2. Андреев С.Г., Бабкин А.В., Баум Ф.А., Имховик Н.А., Кобылкин И.Ф., Колпаков В.И., Ладов С.В., Одинцов В.А., Орленко Л.П., Охитин В.Н., Селиванов В.В., Соловьев В.С., Станюкович К.П., Челышев В.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва / Под ред. Л.П. Орленко. Изд. 3-е, испр. В 2 т. Т. 1. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 832 с.
3. Баум Ф.А., Орленко Л.П., Станюкович К.П., Челышев В.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва / Под ред. К.П. Станюковича. Изд. 2-е, перераб. – М.: Наука, Главная редакция физ.-мат. лит., 1975. – 704 с.
4. Бергер М.Г. О характере природной катастрофы 20 сентября 2002 г. на леднике Колка // Сборник научных трудов Северо-Осетинского отделения АН ВШ РФ. №1(1). – Владикавказ: Терек, 2003. – С. 16-17.
5. 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.

6. 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, 2006а. – С. 41–49.
7. Бергер М.Г. Газодинамический выброс ледника Колка 20 сентября 2002 г. // Вестник Владикавказского научного центра РАН и РСО-А. – 2006б. – Т. 6. №2. – С. 33–37.
8. Бергер М.Г. Ледник Колка: Катастрофа 20 сентября 2002 года – внезапный газодинамический выброс ледника. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007. – 248 с.
9. Бергер М.Г. О воронке выброса ледника Колка // Геология и геофизика Юга России. – 2012. – №2. – С. 55–64.
10. Бергер М.Г. Вода, вода... (Об основной гляциологической версии причин и механизма катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье 20 сентября 2002 года) // Геология и геофизика Юга России. – 2015. – №3. – С. 93–106.
11. Бергер М.Г. О времени возможного проявления следующей катастрофической пульсации ледника Колка // Геология и геофизика Юга России. – 2018. – №1. – С. 17–33.
12. Кисин И.М., Тертеров А.А. Обвал ледника Муркар // Природа. – 1961. – №2. – С. 66–67.
13. Котляков В.М., Рототаева О.В., Носенко Г.А., Десинов Л.В., Осокин Н.И., Чернов Р.А. Кармадонская катастрофа: что случилось и чего ждать дальше. – М.: Издательский дом «Кодекс», 2014а. – 184 с.
14. Котляков В.М., Рототаева О.В., Носенко Г.А., Чернов Р.А. Десять лет после Кармадонской катастрофы в Северной Осетии – о причинах события и процессах восстановления ледника // Известия РАН. Серия географическая. – 2014б. – №3. – С. 51–65.
15. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика: Теоретическая физика: т. VI. 3-е изд., перераб. – М.: Наука, Глав. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 736 с.
16. Родионов В.Н., Адушкин В.В., Костюченко В.Н., Николаевский В.Н., Ромашов А.Н., Цветков В.М. Механический эффект подземного взрыва. – М.: Недра, 1971. – 224 с.
17. Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М. Основы геомеханики. – М.: Недра, 1986. – 301 с.
18. Ромашов А.Н. Особенности действия крупных подземных взрывов. – М.: Недра, 1980. – 244 с.
19. Ходот В.В. Международный конгресс по проблеме внезапных выбросов газов и пород. Отчет о заграничной командировке. – М. – 1967. – 37 с.
20. Цомая В.Ш., Алиев И.А. Современное состояние ледника Муркар // Материалы гляциологических исследований. – 1987. – Вып. 60. – С. 152–155.

DOI: 10.23671/VNC.2018.2.14358

ON THE INCONSISTENCY AND GROUNDLESSNESS GLACIOLOGICAL IDEAS ABOUT THE CATASTROPHIC SURGE OF KOLKA GLACIER, ITS CAUSES AND ANALOGUES

© 2018 M.G. Berger, Sc. Doctor (Geol.-Min.), prof.

Geophysical institute VSC RAS, Russia, 362002, RNO-Alania, Vladikavkaz, Markov
Str., 93 a, e-mail: berger7@rambler.ru

Based on the materials of consideration of generalizing glaciological publications of recent years, the inconsistency and groundlessness of glaciological ideas about the catastrophic pulsation of the Kolka glacier in 2002, the traces left by it, its causes, mechanisms of flow and analogues are shown. Glaciologists in recent works formally accepted not glaciological, not exogenous but the endogenous solution of Kolka (Karmadon, Genaldon) problems, and actually remained on the same incorrect long disproved glaciological positions in its understanding. At the same time, the pulsation of the Dagestan valley glacier Murkar in August 1960, the features of the flow, causes and geodynamic type (rapid movement, collapse, failure, release) of which are not reliably established and unknown, is taken as an analog and standard for comparison. The questions about the role of water in the Kolka catastrophe, the giant cavity (funnel) left by the catastrophe, the expansion of the debris of the products of the Kolka glacier destruction are touched upon.

Keywords: Kolka glacier, Dagestan glacier Murkar, Kolka (Karmadon, Genaldon) disaster, traces (signs), reasons, counterparts, a funnel ejection of the glacier.

References

1. Adushkin V.V., Spivak A.A. Geomehanika krupnomasshtabnyh vzryvov. M.: Ne-dra, 1993. – 319 s.
2. Andreev S.G., Babkin A.V., Baum F.A., Imhovik N.A., Kobylkin I.F., Kolpakov V.I., Ladov S.V., Odincov V.A., Orlenko L.P., Ohitin V.N., Selivanov V.V., Solov'ev V.S., Stanjukovich K.P., Chelyshev V.P., Shehter B.I. Fizika vzryva /Pod red. L.P. Orlenko. Izd. 3-e, ispr. V 2 t. T. 1. M.: FIZMATLIT, 2004. – 832 s.
3. Baum F.A., Orlenko L.P., Stanjukovich K.P., Chelyshev V.P., Shehter B.I. Fizika vzryva / Pod red. K.P. Stanjukovicha. Izd. 2-e, pererab. M.: Nauka, Glavnaja redakcija fiz.-mat. lit., 1975. – 704 s.
4. Berger M.G. O haraktere prirodnoj katastrofy 20 sentjabrja 2002 g. na lednike Kolka // Sbornik nauchnyh trudov Severo-Osetinskogo otdelenija AN VSh RF. № 1 (I). Vladikavkaz: Terek, 2003. – S. 16-17.
5. Berger M.G. Gazodinamicheskij vybros lednika Kolka 20 sentjabrja 2002 g. – no-voe katastroficheskoe prirodnoe javlenie // Preduprezhdenie opasnyh situacij v vysoko-gornyh rajonah: Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj konferencii, g. Vladikavkaz, 23-26 ijunya 2004 g. Vladikavkaz: REMARKO, 2004. – S. 4-5.
6. Berger M.G. Prirodnaja katastrofa na lednike Kolka 20 sentjabrja 2002 goda – vnezapnyj gazodinamicheskij vybros lednika // Preduprezhdenie opasnyh situacij v vysokogornyh rajonah: Doklady Mezhdunarodnoj konferencii. Vladikavkaz – Moskva, 23-26 ijunya 2004 g. Vladikavkaz: Olimp, 2006a. – S. 41-49.
7. Berger M.G. Gazodinamicheskij vybros lednika Kolka 20 sentjabrja 2002 g. // Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo centra RAN i RSO-A. – 2006b. – T. 6. № 2. – S. 33-37.
8. Berger M.G. Lednik Kolka: Katastrofa 20 sentjabrja 2002 goda – vnezapnyj gazodinamicheskij vybros lednika. M.: Izd-vo LKI, 2007. – 248 s.
9. Berger M.G. O voronke vybrosa lednika Kolka // Geologija i geofizika Juga Ros-sii. – 2012. - № 2. – S. 55-64.

10. Berger M.G. Voda, voda... (Ob osnovnoj gljaciologicheskoj versii prichin i me-hanizma katastrofy na lednike Kolka i v Genaldonskom ushel'e 20 sentjabrja 2002 goda) // *Geologija i geofizika Juga Rossii*. – 2015. - № 3. – S. 93-106.
11. Berger M.G. O vremeni vozmozhnogo pojavlenija sledujushhej katastroficheskoj pul'sacii lednika Kolka // *Geologija i geofizika Juga Rossii*. – 2018. - № 1. – S. 17-33.
12. Kisin I.M., Terterov A.A. Obval lednika Murkar // *Priroda*. – 1961. - № 2. – S. 66-67.
13. Kotljakov V.M., Rototaeva O.V., Nosenko G.A., Desinov L.V., Osokin N.I., Chernov R.A. Karmadonskaja katastrofa: chto sluchilos' i chego zhdal' dal'she. M.: Izdatel'skij dom «Kodeks», 2014a. – 184 s.
14. Kotljakov V.M., Rototaeva O.V., Nosenko G.A., Chernov R.A. Desjat' let posle Karmadonskoj katastrofy v Severnoj Osetii – o prichinah sobytija i processah vossta-novlenija lednika // *Izvestija RAN. Serija geograficheskaja*. – 2014b. - № 3. – S. 51-65.
15. Landau L.D., Lifshic E.M. *Gidrodinamika: Teoreticheskaja fizika: t. VI. 3-e izd., pererab.* – M.: Nauka, Glav. red. fiz.-mat. lit., 1986. – 736 s.
16. Rodionov V.N., Adushkin V.V., Kostjuchenko V.N., Nikolaevskij V.N., Romashov A.N., Cvetkov V.M. *Mehanicheskij jeffekt podzemnogo vzryva*. M.: Nedra, 1971. – 224 s.
17. Rodionov V.N., Sizov I.A., Cvetkov V.M. *Osnovy geomehaniki*. M.: Nedra, 1986. – 301 s.
18. Romashov A.N. *Osobennosti dejstviya krupnyh podzemnyh vzryvov*. M.: Nedra, 1980. – 244 s.
19. Hodot V.V. *Mezhdunarodnyj kongress po probleme vnezapnyh vybrosov gazov i porod. Otchet o zagranichnoj komandirovke*. M., 1967. – 37 s.
20. Comaja V.Sh., Aliev I.A. *Sovremennoe sostojanie lednika Murkar // Materialy gljaciologicheskikh issledovanij*. 1987. – Vyp. 60. – S. 152-155.