

Селевые процессы на современном этапе деградации горного оледенения

Э.В. Запорожченко¹, Н.С. Каменев², К.В. Кориков³,
Н.Ю. Красных⁴, А.С. Никулин⁵

То, что наблюдается в последние десятилетия в высокогорье Северного склона Главного Кавказского хребта, выходит за пределы рядовых климатических колебаний – происходит усиленное таяние горных ледников, а их нижние границы стремительно уходят вверх, обнажая толщи рыхлых, по преимуществу моренных, толщ, меняя условия равновесия и гидродинамической ситуации во внутриледниковых массивах и у их контактов со скальными ложами, вызывая появление динамичных озерных водоемов. Как следствие, резко повышаются опасности, частота, энергетическая мощь и катастрофичность селей гляциального генезиса. Известные и описанные селевые события периода 80-х годов XX – начала XXI века (по рр. Куллумкол-Су, Герхожан-Су, Геналдон и Гизельдон, Бирджалы-Су) тому примеры, как и сель, спустившийся по руслам рр. Ракыт и Булунгу-Су в августе 2007 г., вызвавший катастрофические последствия для с. Булунгу Чегемского района КБР, со всей очевидностью и еще раз указавший на ухудшение селевой обстановки в Российском секторе Кавказа. Этот сель, кроме того, подтвердил реальность быстрого опорожнения внутриледниковых емкостей как триггерного механизма для старта и последующего развития селевого процесса.

После каждого значительного селепроявления, особенно сопровождающегося инфраструктурными разрушениями и жертвами, в научной литературе появляются многочисленные публикации, описывающие и (или) анализирующие случившееся, чаще всего оцениваемое как стихийное (неожиданное, непредвиденное) бедствие. Так было и с катастрофами XXI века: Тырнаузской, Кармадонской и др. О предупреждающих прогнозах при этом стараются не вспоминать в связи с обычным отсутствием адекватной реакции на подобные предупреждения со стороны органов государственной власти. Яркий тому пример – разрушение народного курорта Джилы-Су в августе 2006 г. при наличии точного кратковременного (за 2 недели) прогноза [Запорожченко и др., 2007]. Не были услышаны и предупреждения о нарастании селевой опасности в бассейне р. Булунгу-Су (а также рр. Сылык-Су и Кам-Су) с угрозой для с. Булунгу Чегемского района КБР, переданные с 5-летней заблаговременностью в высшие административные инстанции.

Река Булунгу-Су ($F_{\text{бас.}} = 43,8 \text{ км}^2$) образуется от слияния рр. Кору и Ракыт, в устьевой части протекает по юго-западной окраине с. Булунгу. Пос-

ледний по времени проявления селевой поток пришел к устью Булунгу-Су 19 июля 1983 г. и принес с собой существенные разрушения. Место его зарождения осталось невыясненным. Обеспокоенные появлением на аэрофотоматериалах ранее (на картах 1968 г.) не обозначенных приледниковых озерных новообразований, нами в сентябре 2002 г. были обследованы верховья р. Кору и одноименный ледник. Опуская доказательную базу, связанную с морфологическими особенностями потенциального селевого тракта ниже наиболее значимого озерного новообразования в «кармане» морены у левобережной кромки сокращающегося языка ледника (рис. 1) и анализом соотношений объемов возможной прорывной водной массы, естественных уклонов и емкостей по ходу движения, приведем прогнозные выводы (цитируется официальный документ института «Севкавгипроводхоз» от 08.10.2002 г.): «...опасность развития событий по селевому сценарию с поступлением селевого материала к слиянию с р. Ракыт на ближайшую перспективу не просматривается... В то же время потенциально верховья р. Кору, в силу деградации современного оледенения, очень се-

¹ Э.В. Запорожченко – к. г.-м. н., зам. технического директора по изысканиям института «Севкавгипроводхоз» (ОАО), г. Пятигорск;

² Н.С. Каменев – инженер технического отдела института «Севкавгипроводхоз» (ОАО), аспирант Высокотермического геофизического института, г. Нальчик;

³ К.В. Кориков – ведущий геолог отдела инженерной геологии института «Севкавгипроводхоз» (ОАО).

⁴ Н.Ю. Красных – главный специалист отдела инженерной гидрологии института «Севкавгипроводхоз» (ОАО).

⁵ А.С. Никулин – начальник отдела инженерной гидрологии института «Севкавгипроводхоз» (ОАО).



Рис. 1. Сентябрь 2002 г. Приледниковое озеро Кору. Фото Э. Запорожченко

леопасны. Но такая опасность исходит от обширных моренно-ледовых масс, заполняющих северную подкову «Джорашты». В этих массах водной составляющей на несколько порядков больше, нежели в вышеописанном водоеме. Река Кору вытекает... из-под находящегося в явном поступательном движении переднего края (фронта) морены, представляющей собой крутой 40-метровый уступ (рис. 2)... Прорыв воды из внутрiledниковых полостей приведет к возникновению грязе-водо-ледового селя... И хотя по тракту движения такого селя нет жилых объектов, **к устью (с. Булунгу) может прийти сель большой разрушительной мощности и больших объемов** (выделено в цитируемом документе)... Русло р. Булунгу не пропустит под автодорогой, идущей в верховья р. Чегем, даже наносоводный паводок...». Авторами документа подчеркнуто, что ими «...верховья р. Ракыт не посещались...», но в целом ситуация по району с. Булунгу требует незамедлительного внимания со стороны правительства... Можно, как это чаще всего происходит, «не успеть» и оказаться в хвосте событий, сваливая свое незнание и неподготовленность на



Рис. 3. Август 2007 г. Село Булунгу. Последствия селя. Фото Н. Каменева



Рис. 2. Сентябрь 2002 г. Передовой вал движущегося ледово-моренного комплекса «Джорашты»; → исток р. Кору. Фото Э. Запорожченко

матушку-природу. А она всегда предупреждает – нет у нее ничего внезапного!»

В 0 ч. 15 мин. 03 августа 2007 г. к окраинам юго-западной части с. Булунгу (с. Верхний Чегем) по руслу р. Булунгу-Су подошел высокоплотный селевой поток. Глыбами и карчем потока был практически сразу же «закупорен» подмостовой пролет и селевая масса, ~ в 250 м выше моста, «свалилась» вправо по новому направлению, пройдя через жилые постройки и приусадебные участки села, в той или иной степени разрушив ~ 18 домовладений (рис. 3). Погиб один человек.

Описание событий уже опубликовано [Васильев и др.; Хаджиев; Надеждин, Кармоков, 2007], однако приведенные в них соображения и данные, особенно количественные, отражают эмоциональную оценку авторов и от действительности далеки, так как:



Рис. 4. Август 2007 г. Село Булунгу. Отложения грязекаменного селевого потока: диаметр валуна ~ 3 м, вес ~ 30 тонн. Фото Н. Каменева

– русло р. Чегем (реки-приемника) селем не перекрывалось, закупорено было лишь подмостовое отверстие;

– грязекаменный селевой и постселевой потоки (селевой паводок) в течение 03.08.2007 г. впадал в р. Чегем в 70–80 м ниже прежнего русла и лишь оттеснил на время р. Чегем к левому берегу;

– селевой поток (после «свала» 03.08.2007 г.) распластался по селу и по своему крайнему правому рукаву у устья представлялся лишь грязевой массой без крупных включений;

– на всем остальном протяжении, вплоть до очага, транспортирующие возможности потока позволяли ему перемещать глыбы весом до 20–40 тонн (рис. 4);

– горизонт «высоких вод» в первые несколько дней был хорошо выражен, а валуны и глыбы скальных пород селевых валов находились в грязевой «обмазке», смытой затем дождями;

~ в 700 м выше автодорожного моста воды р. Булунгу-Су в обычных условиях и во время селя 02-03.08.07 г. подмывали нижнюю часть крупного блокового оползня, правый борт сечения которого сложен легко размываемыми породами оползневого тела, левый – скальными неразмываемыми; минимальный «просвет» в сечении при прохождении селя составлял ~ 6 м.; сколько-нибудь значительных временных заторов, которые могли бы повлиять на динамику селевого потока (сформировать волны прорыва) ни здесь, ни, как выяснилось, и далее, по всему селевому тракту до селевого очага, не было;

– постселевая ситуация в русле р. Булунгу-Су, вплоть до устья ее правого притока – р. Ракыт, свидетельствует о примерно одинаковой энергии потока на участке от слияния рр. Ракыт и Кору до створа автодорожного моста через р. Булунгу-Су; такую же оценку можно дать и по остальным ~ 5,0 км от устья р. Ракыт до селевого очага (с учетом расхода водной составляющей);

– селевым потоком р. Ракыт устье р. Кору практически не перекрывалось (рис. 5);

– по всем ~ 8,5 км селевого тракта имели место лишь локальные проявления эрозии и отложения (мелкообломочного в подчиненной степени) селевого материала, однако плотность потока и расход селя стартовой зоны были настолько значительны, что слияние с водами р. Кору не привело ни к распаду селевой массы, ни к изменению характера ее транзита вплоть до конуса выноса;

– общий объем выноса по тракту движения подсчитан в ~ 400 тыс. м³ (± 100 тыс. м³); непосредственно на территории с. Булунгу отложилось ~ 80 тыс. м³ (± 20 тыс. м³ на неточность топоосновы 1968 г.) селевого материала;

– селевой поток пришел из верховий среднего истока р. Ракыт, водосбор которого ~ в 2 раза меньше, чем центрального и ~ в 5 раз меньше основного (левого); в условиях повсеместного распространения здесь рыхлых, хорошо впитывающих воду раздельнозернистых моренных отложений, **атмосферные осадки**, имеющие место накануне (02.08.07 г.) в виде неинтенсивного дождя в с. Булунгу (абс. отм. ~ 1600 м) и такого же до отметок ~ 3200 абс. м (выше шел снег) **причиной возникновения селевого потока 02.-03.08.07 г. не являлись**;

– в ~ 900 м вниз от селевого очага расход потока в сосредоточенном русле имел значение ~ в 200 м³/с; боковые селевые валы появляются уже ~ в 200 м ниже современного положения языка Западного ледника (на абс. отм. ~ 3300 м), на первом переломе рельефа (ниже наклонной мульды), после основной селевой рытвины, вскрывающей местами погребенный лед;

– источником водной составляющей (водного импульса) селя 02.07.2007 г. явился участок крайней западной части Западного ледника под вершиной Ракыт на абс. отм. ~ 3650 абс. м (рис. 6),



Рис. 5. 06 августа 2007 г. Слияние рр. Ракыт (слева) и Кору (в центре) на участке определения максимального расхода селевого потока 02.08.2007 г. на р. Кору. Фото Н. Каменева

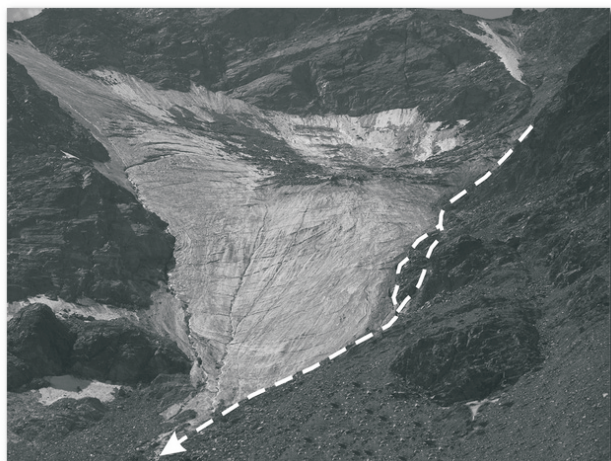


Рис. 6. 09 августа 2007 г.
Источники р. Ракыт. Ледник Западный на северном склоне хребта Коргашилитау; --> путь прорывных внутриледниковых вод 02.08.2007 г.
Фото К. Корикова

где произошел, видимо практически единовременный, выброс значительного (~ 20 тыс. $\text{м}^3 \pm 10$ тыс. м^3) объема воды, сосредоточенного во внутриледниковой полости (полостях), с последующим истечением (возможно кратковременным) и наращиванием объема этого истечения; в 11–12 часов дня 09.08.07 г. по контуру льда и скал (от 3650 до ~ 3300 абс. м) все еще шел мутный поток расходом до 50 л/с;

- под хребтом Коргашилитау и вершиной Ракыт ныне имеется три разрозненных каровых ледника, ранее (~ 50 лет назад) представлявших единый ледовый массив (см. план Т-38-26-В-г, отрисованный по аэросъемке конца 50-х годов XX века); языки этих ледников ушли за прошедшие ~ 50 лет вверх до 200 м по абсолютной высоте; поверхность Центрального и Восточного ледников крутая ($45\text{--}50^\circ$); они не имеют в своем ложе условий для накопления подледных, а в массиве – и внутриледниковых вод; в верхней трети Западного ледника такие условия, наоборот, имеются: здесь на переломе ледового рельефа наблюдается мульдообразный участок, отражающий профиль карового ложа;

- хребет Коргашилитау известен балкарскому народу своими свинцово-серебряными рудопроявлениями, с ними местные жители связывают «приятельную силу» для грозовых разрядов; ночью 02.08.07 г. молнии били и в район вершины Ракыт;

- окружающие Западный ледник

склоны круты и сильно разрушены; 09.08.07 г. по леднику и скалам непрерывно сходили обломки пород, а по всей поверхности лежали «свежие» обломки скал и льда (у языка ледника не обнаружены!);

- у местного населения сложилось устойчивое представление, что «сель был вызван молнией»; нельзя исключить, что грозовые электрические разряды усилили или спровоцировали камне- и ледопад;

- недра Западного ледника к 2007 году оказались подготовленными к смещению, вызванному этим (или другим) внешним воздействием и вскрытию заполненной водой полости (полостей); «свежие» разрывные деформации и сбросы

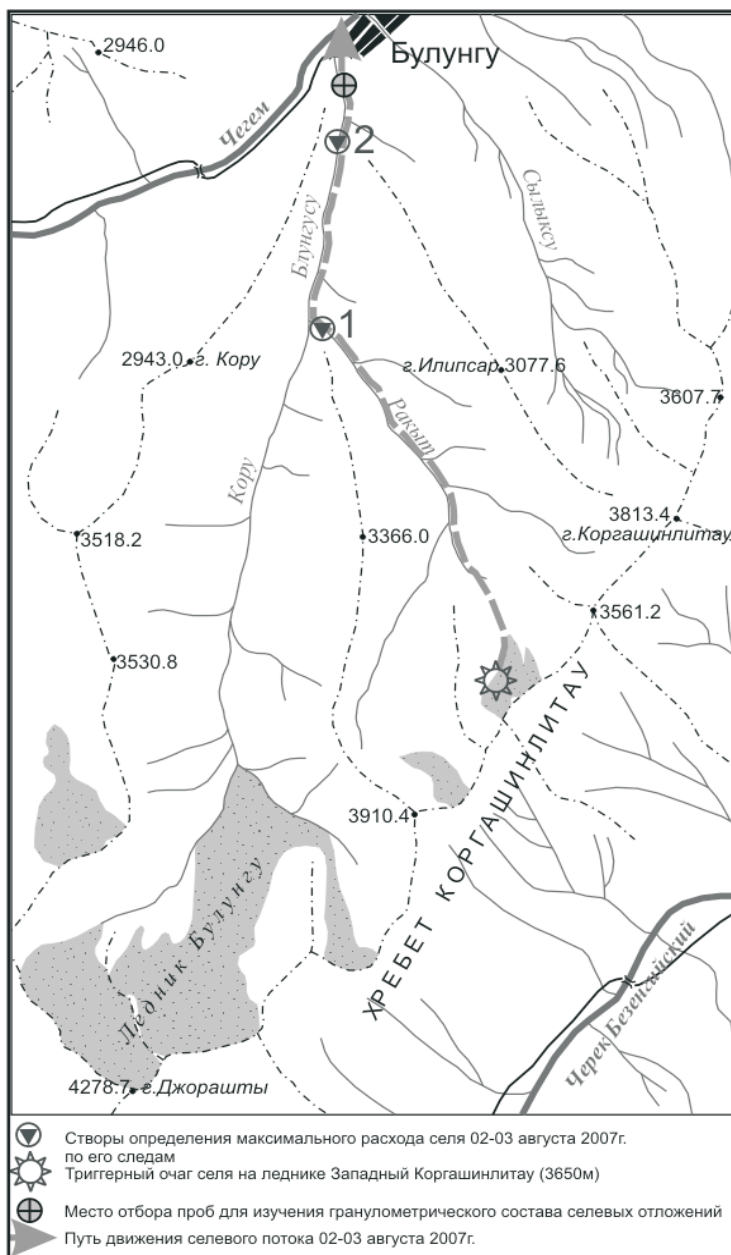


Рис. 7. Схема бассейна р. Булунгу-Су

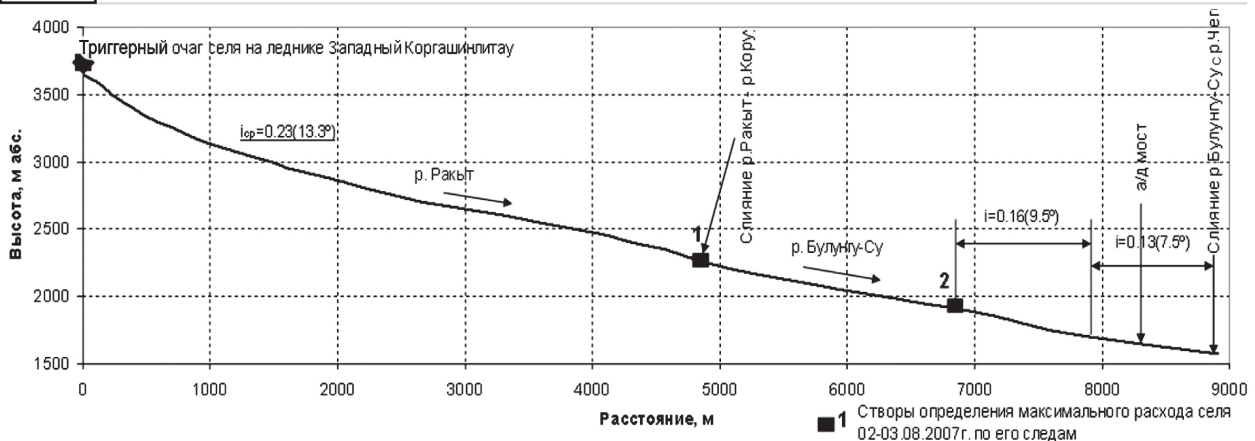


Рис. 8. Продольный профиль по руслу рр. Ракыт-Булунгу-Су

сы по поверхности ледника на участке мульдообразного понижения ниже (в том числе и в языковой части, ~ 3450 м. абс. высоты) не прослеживаются;

- путь ~ в 8,5 км от очага выброса водных масс ледника до автодорожного моста через р. Булунгу-Су в с. Булунгу сель 02–03.08.07 г. прошел за 1 час ±15 мин.

С целью определения характеристик селя, прошедшего 02–03.08.2007 г., нами в течение 07–10.08.2007 г. проведены работы, особое внимание при которых было уделено установлению максимального расхода селя по оставленным им следам в недеформируемых (скальных) сечениях. Следы на момент работ были четкими, хорошо выраженными. Съёмка поперечных профилей и уклонов производилась инструментально, что позволяет считать установ-

ленные расходы достаточно точными. Последние определялись на двух устьевых участках – р. Ракыт и р. Булунгу-Су (рис. 7). По проведенным расчетам, максимальные расходы селя составили в створе 1 – 244 м³/с и в створе 2 – 302 м³/с (средние по нескольким сечениям на участке). Высота селевой волны на выходе из скального ущелья (створ 2) составляла 5,8 м (профиль русла по селевому тракту представлен на рис. 8).

Фотограмметрическим способом и лабораторным анализом определен гранулометрический состав селевых отложений (рис. 9).

ВЫВОДЫ

1. Основные составляющие р. Булунгу-Су – рр. Ракыт и Кору в связи с изменяющейся в результате потепления климата гляциальной обстановкой в верховьях становятся крайне селеопасными.

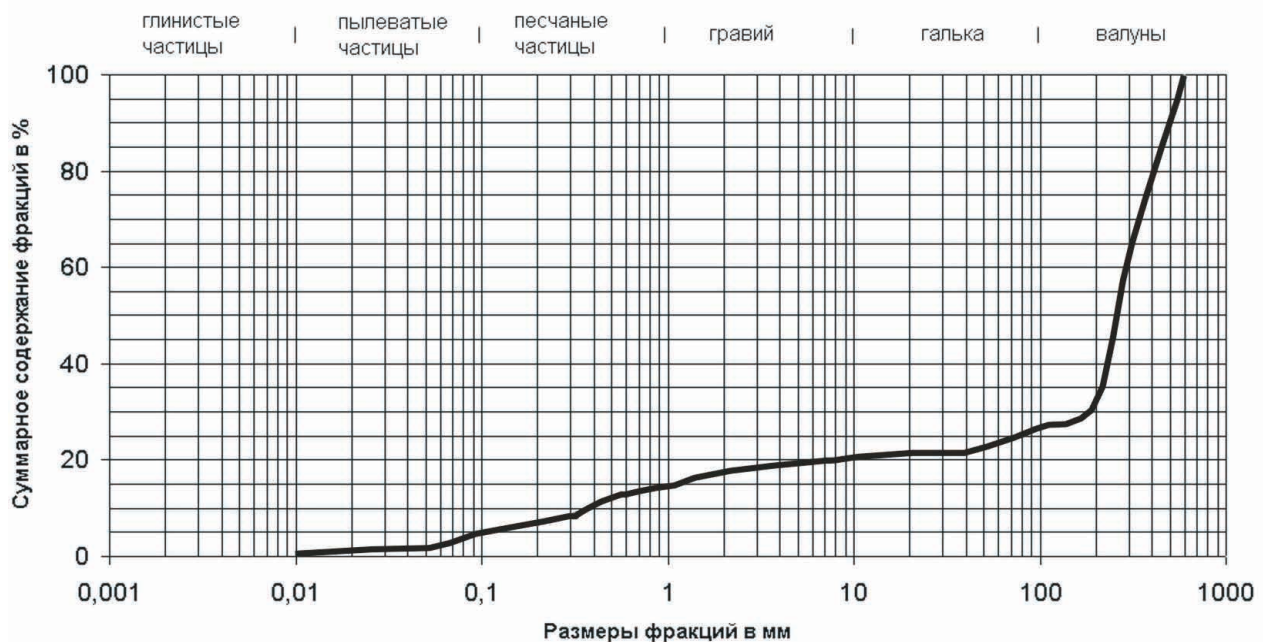


Рис. 9. Кривая гранулометрического состава селевых отложений 03.08.2007 г. (валы вдоль русла р. Булунгу-Су)

2. Характер процессов, ведущих к возникновению условий для развития водного потока по селевому сценарию с катастрофическими для низовий р. Булунгу-Су параметрами, в бассейнах его притоков различен: каровые ледники крутых верховий р. Рақыт отступают, с изменением условий равновесия в сторону снижения общей устойчивости ледового разреза, возможностей вскрытия внутриледниковых полостей, а также повышением роли обвальных воздействий на поверхность и структуру ледового массива по «импактному механизму» (Познанин, Геворкян, 2007); ледник более пологих верховий р. Кору с его западинами и термокарстовыми озерными новообразованиями наступает по фронту, в связи, по-видимому, с уменьшением площадных боковых сопротивлений на контактах «лед – берега» из-за быстрого сокращения (стаивания) льда ускальных границ.

3. Внутриледниковый очаг селя 2–3 августа 2007 г. исчерпал свой потенциал, по крайней мере на несколько селеопасных периодов ближайших лет, хотя изменение гляциальной обстановки происходит на наших глазах ранее не наблюдаемыми темпами.

4. Высока угроза сработки очагов в верховье основной (левой) составляющей р. Рақыт и, особенно, р. Кору. Энергетика возникших селевых потоков может превысить «разрядившуюся» 2–3 августа 2007 г. в несколько раз. Инженерно не защищенное устье р. Булунгу-Су не приняло селя 2007 г., последствия ожидаемого селя, по р. Кору, окажутся более значительными.

5. Село Булунгу рано или поздно пострадает и от р. Салык-Су, селя по которой 12 июня 1996 г. носил катастрофический характер, а также р. Кам-Су.

6. Необходимо составление проекта защиты с.

Булунгу от селей и паводков (в комплексе с оползнезащитой), который был бы обоснован серьезными прогнозными проработками, прошел бы Госэкспертизу, был утвержден и начал как можно быстрее реализовываться. Иначе, в условиях быстро меняющейся гляциальной обстановки в верховьях в связи с деградацией оледенения, можно дожидаться новой селевой катастрофы для с. Булунгу.

7. Оporожнение (прорыв) быстро наращивающихся в последнее десятилетие свой объем озерных новообразований морено-ледниковых комплексов (с катастрофическими последствиями на западных водоемах у ледников Западный Джайлык в 1993 г. и Кая-Арты в 2000 г., термокарстовых на леднике Бирджалычиран в 2006 г.), а также внутриледниковых полостей¹, заполнение которых возможно даже в течение одного сезона (Коргашилитау, 2007 г.), выходит на первый план среди факторов селеформирования гляциального генезиса для центральной части северного склона Кавказского хребта. По сравнению с аналогичной тенденцией новейшей селевой истории среднеазиатского высокогорья [Р.К. Яфязова, 2007 г.] в рассматриваемом регионе это проявляется с некоторым сдвигом (запозданием) во времени.

Надо учиться приспосабливаться к грядущим экологическим переменам [Лануа, 2007], в частности нарастанию селевой опасности в условиях изменения (потепления) климата и соответствующей реакции на это высокогорья, а также не успокаивать себя тем, что пока у нас нет точного инструмента о времени и месте возникновения и развития селевого процесса, значит и нет оснований для паники. Для паники нет, а для беспокойства – есть!

Литература

- 1. Васильев Е.В., Лукьянов В.И., Найшуллер М.Т.** Аномальные гидрометеорологические явления на территории Российской Федерации в августе 2007 г. // *Метеорология и гидрология*, 2007, № 11, С. 110.
- 2. Лануа П.** Если растает полярный лед. – ГЕО, 2007, № 12, С. 112–114.
- 3. Надеждин М.В., Кармоков З.Х.** О наиболее актуальных проблемах противодействия селевой угрозе на территории Кабардино-Балкарской Республики. Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Сб. материалов. – М.: Центр «Антистихия», 2007, С. 90.
- 4. Познанин В.Л., Геворкян С.Г.** Импактный механизм подготовки ледника Колка к селевой катастрофе: физические процессы при крупных обвалах //

- Криосфера Земли*, 2007, т.Х1, № 2, С. 84–91.
- 5. Хаджиев М.М.** Сход селевого потока 2007 г. по р. Булунгу и предлагаемые мероприятия по защите с. Булунгу (В. Чегем) от селей. Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Сб. Материалов. – М: Центр «Антистихия». 2007, С. 126–127.
- 6. Zaporozhchenko E.V., Chernomorets S.S., Tutubalina O.V.** Debris Flow in the USSR and in Russia. *Proceedings of the International Geotechnical Symposium. «Geotechnical Engineering for Disaster Prevention and Reduction».* – Yuzhno-Sachalinsk, Russia, 2007, PP. 258–262.
- 7. Яфязова Р.К.** Природа селей Заилийского Алатау. Проблемы адаптации. – Алматы: 2007. 158 с.

¹ Нам известен лишь один подобный случай по Кавказу (верховья р. Баксан, ледник Гарабаши), упомянутый в книге «Оледенение Эльбруса» (под редакцией Г.К. Тушинского, изд. МГУ, 1968, С. 196), но и то как предположение В.Л. Блиновой: «... внезапное увеличение стока, не соответствующее метеорологическим условиям в области питания, может быть обусловлено прорывами упоминавшихся пустот. 13 июля (1959 г., прим. наше) на леднике стаяло 27 930 м³ воды, а стекло 86 784 м³, следовательно, объем прорыва мог достигать 60 тыс. м³ воды». Это предположение (но уже в форме свершившегося факта «прорыва» и под другой датой) повторено И.Б. Сейновой в деп. в 1998 г. ВИНТИ работе «Селевые процессы бассейна р. Баксан в последнем тысячелетии (Центральный Кавказ)»: «...на Гарабаши 15 июля 1959 г. объем прорыва исчислялся в 60 тыс. м³ воды». Видимо, морфологические особенности тракта движения внутриледникового объема воды 1959 г. к возникновению по р. Гарабаши селевого потока не привели: в ряду дат схода селей по р. Гарабаши в XX веке такое событие (в т.ч. и И.Б. Сейновой) не упоминается. Зато прорыв внутриледниковых водных накоплений как фактор селеобразования имеет широкое распространение в Заилийском Алатау (Казахстан).