

ОЦЕНКА АКТИВНОСТИ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В УЩЕЛЬЕ ЮСЕНГИ (ПРИЭЛЬБРУСЬЕ, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАВКАЗ)

Р.Г. Мискарова¹, М.Д. Докукин², Е.А. Савернюк³, А.В. Хаткутов⁴,
Р.Х. Калов⁵, О.В. Остапцов⁶

Аннотация. На основе данных маршрутных обследований в 2008 г., 2010 г., 2016 г. и 2017 г., дешифрирования космических снимков за период с 2015 г. по 2019 г. и аэрофотоснимков с 1957 г. по 1988 г. рассматривается активность опасных природных процессов в долине р. Юсенги: сели, оползни, лавины и обвалы.

При сравнении аэрофотоснимков 1983 и 1988 гг. был выявлен факт схода обвала со склона г. Гогутай (3 753 м). На основе анализа рельефа правого склона долины выявлены массивы оползней, которые в литературе отмечены как сейсмогенные.

Активность селевых процессов определялась по изменению контуров зон селевых отложений на трех конусах выноса и по изменениям русел на участке широкой поймы.

Факты схода лавин устанавливались в результате сравнения разновременных космоснимков и их GIF-анимаций по наличию лавинных снежников в весенне-летний период, по характеру и ареалам растительности, а также по уникальному космоснимку в момент схода лавины. Границы лавиносборов определялись на основе карты уклонов склонов в сравнении с локальным рельефом местности, фотографиями с маршрутных обследований и контурами лавинных отложений на космоснимках. Всего выделено 60 лавиносборов (включающих более 200 путей схода лавин), суммарной площадью 23,4 км².

Ключевые слова: аэрофотоснимок, дешифрирование, обвал, космоснимок, лавиносбор, наносоводные сели, оползень, селевые отложения.

Река Юсенги (Усенги, Усенги, Юсенги в переводе с турецкого «Езенги» – стремя [27]) является правым притоком реки Баксан (рис. 1) и берет свое начало с ледников Восточный Донгуз-Орун и Юсенгибаши. Длина реки от истока до устья составляет – 7 950 м.

Площадь бассейна долины р. Юсенги составляет – 40,8 км², наивысшей точкой является г. Донгузорун-Чегет-Карабаши, высота – 4 454 м. Площадь оледенения – 8 км². Площадь леса – 1,7 км², остальную площадь занимают скалы и альпийские луга, русла рек и озера.

В 1931 г. в верховье ущелья был построен «Северный приют» (2 431 м) – небольшой деревянный дом, который был туристической базой, но разрушен снежной лавиной, сошедшей с правого склона [1, 11]. На правом берегу р. Юсенги проходил маршрут категории 2Б через перевал Бечо в Грузию [11]. До 90-х годов долина р. Юсенги была одной из популярных среди туристов.

В долине р. Юсенги имеются природные объекты, которые могут привлечь большое количество туристов: хвойный лес, ледники, озера и минеральные источники.

Распространение лесного массива в долине р.

Юсенги отличается от соседних ущелий в бассейне р. Баксан. Наибольшая площадь лесного массива сосредоточена в устьевой части, на остальном протяжении вблизи русла реки он распространяется локально (березы, сосны и т. д.). Кустарниковая растительность представлена шиповником, смородиной и малиной. Встречаются также Иван-чай, душица, черника, земляника и др.

На протяжении всего маршрута встречаются культурно-исторические памятники. Памятник «Защитникам Кавказа в войне 1941–1945 гг.», установленный на правом берегу р. Баксан. На правом берегу р. Юсенги есть памятные доски М.В. Проценко (1914–2003) «Один из организаторов эвакуации через перевал Бечо», «Защитникам Кавказа», а также памятные доски альпинистам, погибшим 28.07.1981 г. и 06.05.1983 г.

ОСОБЕННОСТИ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В УЩЕЛЬЕ ЮСЕНГИ

В настоящей работе авторами были использованы следующие материалы:

– аэрофотоснимки 1957 г., 1960 г., 1975 г., 1977 г., 1978 г., 1980 г., 1983 г., 1988 г.;

¹ Мискарова Рувелла Гарезиновна – м. н. с. лаборатории гляциологии, ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», г. Нальчик (ruvella_1709@mail.ru).

² Докукин Михаил Дмитриевич – к. геогр. н., в. н. с. лаборатории гляциологии, ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», г. Нальчик (inrush@bk.ru).

³ Савернюк Елена Александровна – н. с. научно-исследовательской лаборатории снежных лавин и селей, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва (savetnyuk@geogr.msu.ru).

⁴ Хаткутов Александр Валерьевич – м. н. с. лаборатории гляциологии, ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», г. Нальчик (Liparskie@mail.ru).

⁵ Калов Руслан Хажбарович – к. ф.-м. н., доцент, заместитель директора по научной работе, ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», г. Нальчик (ruskalov@rambler.ru).

⁶ Остапцов Олег Васильевич – вед. инженер, ФГБУ «Северо-Кавказская военная служба» Эльбрусский военный противолавинный отряд, г. Нальчик (ostaptsov@mail.ru).

– космоснимки Sentinel-2A (с 2015 г. по 2019 г.), Ресурс П2 14.07.2016 г., SPOT 5 21.09.2011 г., EROSA 20.07.2007 г., IRS 1D 11.08.2006 г., Канопус В1 04.09.2014 г.

В работе со снимками использовались методы дешифрирования, изложенные в работе [25].

Авторами настоящей работы проведены маршрутные обследования долины р. Юсенги в 2008 г., 2010 г., 2016 г. и 2017 г. Произведена оценка активности опасных природных процессов и выделены следующие их проявления: сели, оползни, лавины и обвалы.

Распространение лавин в долине р. Баксан рассматривалось в работах [4–7, 9, 10, 13–23]. Боковые ущелья бассейна р. Баксан слабо изучены. Одним из таких является Юсенги, так как статистика имеется только за отдельные годы. В работах [4, 5] приведены данные экспедиционных исследований лавинной опасности, проведенных в 1963–1964 гг. для будущего строительства круглогодично действующей автодороги через ГКХ в районе Приэльбрусья и тоннелей через перевалы Донгуз-Орун, Бечо и Шхельду. Строительство автодороги и тоннеля через ГКХ (пер. Бечо), которые бы соединили курорты Грузии и России (Приэльбрусье), так и не было осуществлено.

Склоны ущелья Юсенги довольно пологие и плоские, этим они отличаются от соседних ущелий Баксана. Поэтому сложно выделить контуры (очертания) лавиносборов. При выделении лавиносборов учитывались выявленные на снимках и в маршрутах факты схода лавин и их границы, а также углы наклона склонов. На рис. 2 показаны углы наклона склонов и границы лавиносборов. На отдельных участках по несколько малых лавиносборов объединены в общие контуры.

Карта уклонов создана на основе SRTM (<http://srtm.csi.cgiar.org>) в программе ArcMap 10.3.

Авторами выделено 60 участков лавиносборов (включающих более 200 путей схода лавин), суммарной площадью 23,4 км² (см. рис. 2).

В долине р. Юсенги не на всех участках склонов существуют условия для сходов лавин. В зависимости от уклонов склонов выделенные авторами участки лавиносборов расположены как на верхних частях склонов, так и в нижних частях склонов, между которыми есть промежутки, где нет условий для лавинной деятельности. На левом склоне долины р. Юсенги (рис. 2) на участке с уклонами менее 20° над лавиносборами № 1–8 возможен сход небольших осовов, которые задерживаются на склоне. На правом склоне (рис. 2) долины в приводораздельной зоне с уклонами менее 25° выделены лавиносборы № 50–58, ниже которых возможен сход небольших осовов, которые также задерживаются на склоне и не доходят до дна долины.

В работах [4, 5] на схеме расположения приведено всего 35 лавин. В верховьях на левом склоне долины лавины не показаны. Дано их краткое описание, проанализированы полученные данные о величине объема и силе удара лавин. Большинство из этих лавин является лавинами средних размеров,

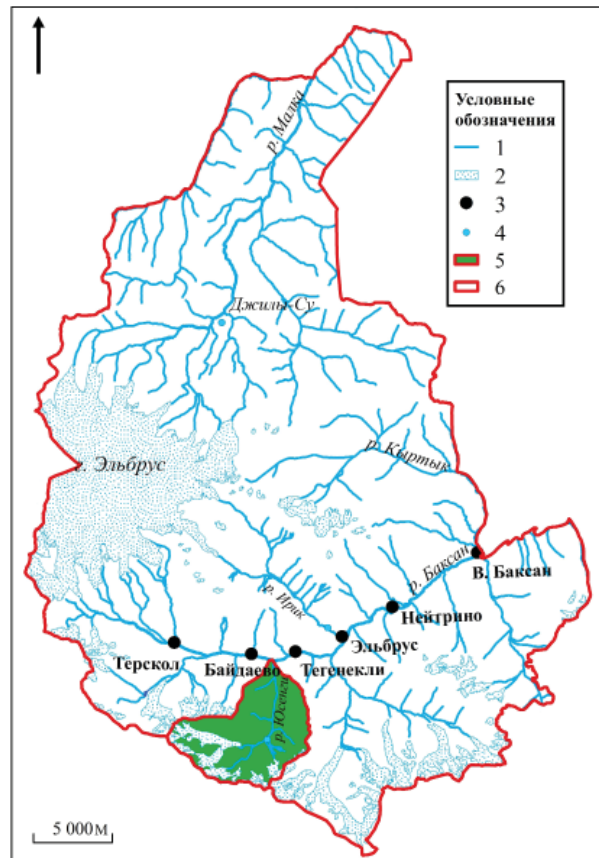


Рис. 1. Схема расположения бассейна р. Юсенги в границах «Национального парка Приэльбрусье»

Условные обозначения: 1 – реки; 2 – ледники; 3 – населенные пункты; 4 – минеральные источники; 5 – граница бассейна р. Юсенги; 6 – граница «НПП Приэльбрусье»

они сходят ежегодно. Есть несколько спорадических лавин с объемом свыше 1 000 000 м³ (лавиносбор № 42, см. рис. 2). В верховьях долин густота и частота схода лавин увеличивается, но объем лавин уменьшается. Густота лавин может достигать 7–12 лавин на один погонный километр. Сила удара лавин может измеряться в широких пределах от 2–3 т/м² до 127–130 т/м² [5]. В описании указывается на наличие поваленных лавиной деревьев и отсутствие леса на конусах выноса.

Лавиносборы (рис. 2) не на всей территории представлены классическими лотками, часты сходы осовов, а также есть участки нескольких сходов лавин, которые были объединены в один контур. При проведении границ лавиносборов учитывались зафиксированные факты сходов лавин, приведенные на рис. 3 и рис. 4.

Аналогично работе [22] проведены маршрутные обследования и выявлено наличие большого количества поваленных деревьев. Для того чтобы определить примерные даты схода лавин, поваливших лес, было проведено сравнительное дешифрирование разновременных аэрофотоснимков и космических снимков, приведенные на рис. 3 и рис. 4.

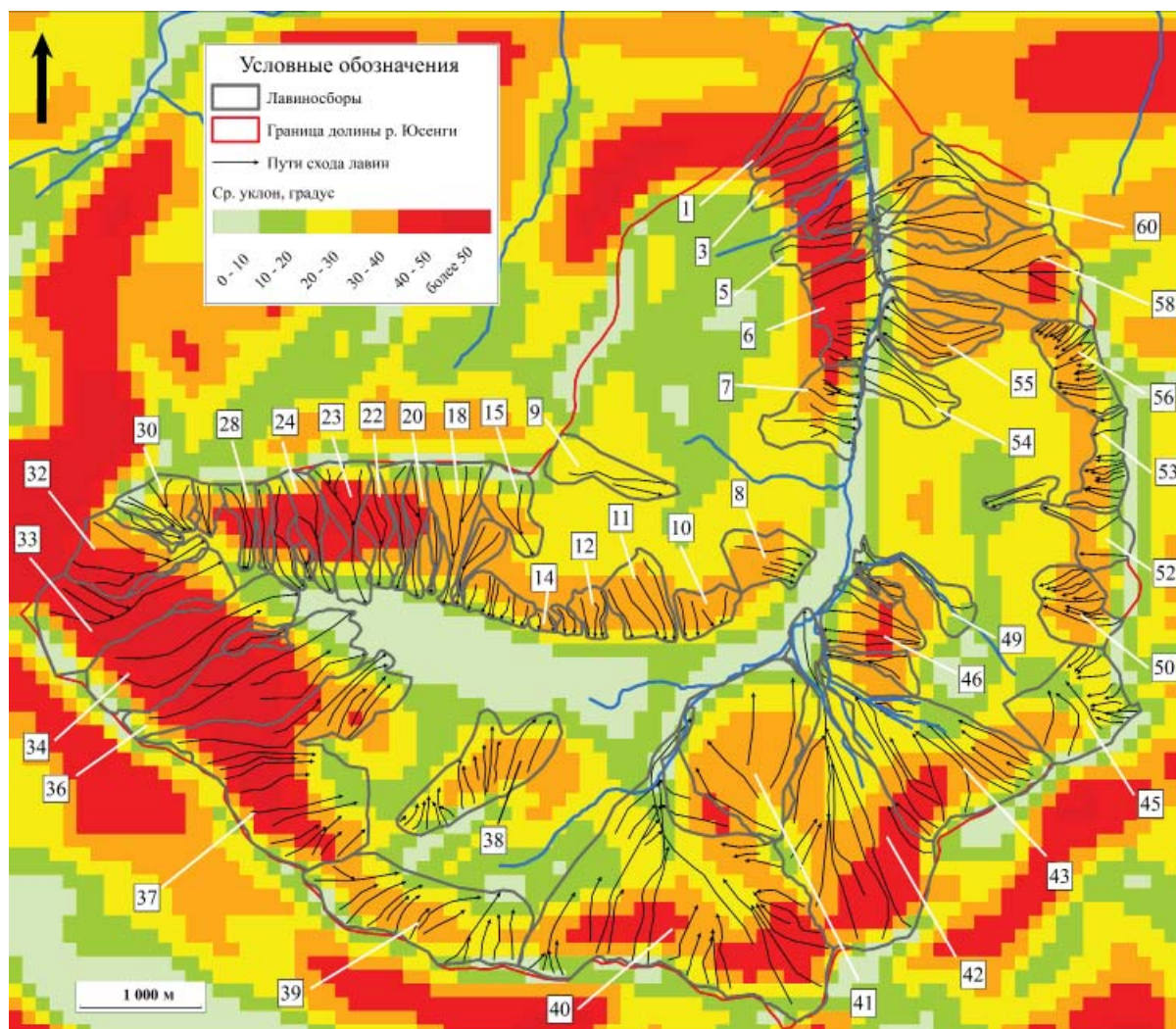


Рис. 2. Карта уклонов и лавиносборов в долине реки Юсенги



Рис. 3. Лавинные прочесы лавиносбора № 60 (№ лавин см. на рис. 2):
 а) 05.09.60 г.; б) 1975 г.; в) 10.09.2019 г.; г) 07.08.2017 г.
 Красные стрелки – направление пути схода лавины

На *рис. 3* приведен лавинный прочес после схода лавины из лавиносбора № 60. В результате проведенного сравнительного дешифрирования аэрофотоснимков 05.09.60 г. (*рис. 3а*), 1975 г. (*рис. 3б*) и космического снимка 10.09.2019 г. (*рис. 3в*) был определен участок с лавинными прочесами, в ходе маршрутного обследования 07.08.2017 г. (*рис. 3г*) конуса выноса лавиносбора № 60. Определена приблизительная дата схода лавины – до 1957 г.

На *рис. 4* приведены зафиксированные следы сходов лавин.

На *рис. 4а* от сошедших лавин из лавиносборов № 58 и № 59 в 2008 г. остались на момент съемки лавинные снежки и лавинный мусор. Отложения лавины 2017 г. из лавиносбора № 42 показаны на *рис. 4б*. На *рис. 4в* приведены лавинные снежки от лавин, сошедших в 2017 г. из лавиносбора № 6.

На *рис. 5* показан момент схода лавины из лавиносбора № 34 долины р. Юсенги, зафиксированный на космоснимке Sentinel-2A 20.01.2018 г. (*рис. 5б*) [26]. Площадь выделенного контура лавины на *рис. 5б* составляет более 0,5 км². На *рис. 5в* показан контур отложений этой лавины.

Анализ космоснимков Sentinel-2A позволил оценить активность лавин в летне-осенний период. На *рис. 6* приведены следы сходов лавин из лавиносбора № 36 в разные годы.

За исследуемые годы с 2016 по 2018 гг. лавины на этом участ-

ке сходят ежегодно. В 2018 г. и 2019 г. лавины сходили несколько раз. Максимальный зафиксированный конус выноса приведен на *рис. 6а* и *рис. 6в*. Площади максимальных конусов выноса составляют 0,12 км² (*рис. 6а*) и 0,11 км² (*рис. 6в*), а минимальный – 0,018 км² (*рис. 6к*). Причиной схода лавин в летний сезон являются обвалы льда с ледников.

Обвал в долине р. Юсенги был исследован в работе [2]. Факт обвала выявлен в результате срав-



Рис. 4. Следы сходов лавин (№ лавин см. на *рис. 2*):

а) лавинные снежки лавиносборов № 58 и № 59 (фото 05.06.2008 г., представлено О. Остапцовым); б) отложение лавины лавиносбора № 42 (дата съемки 17.04.2017 г., фото Карины Лагодиевко); в) лавинные снежки лавиносбора № 6 (дата съемки 17.04.2017 г., фото Карины Лагодиевко)

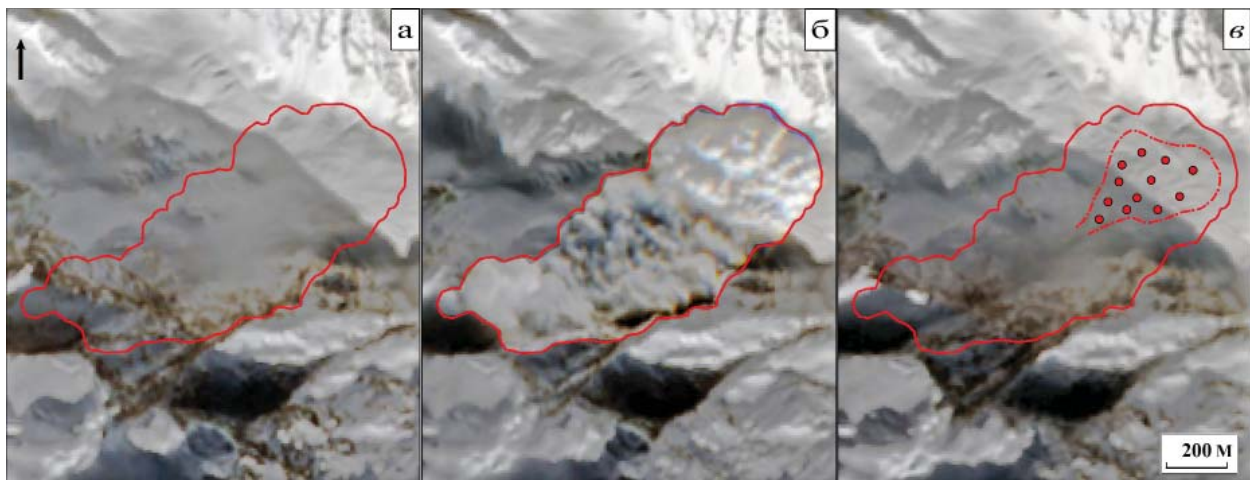
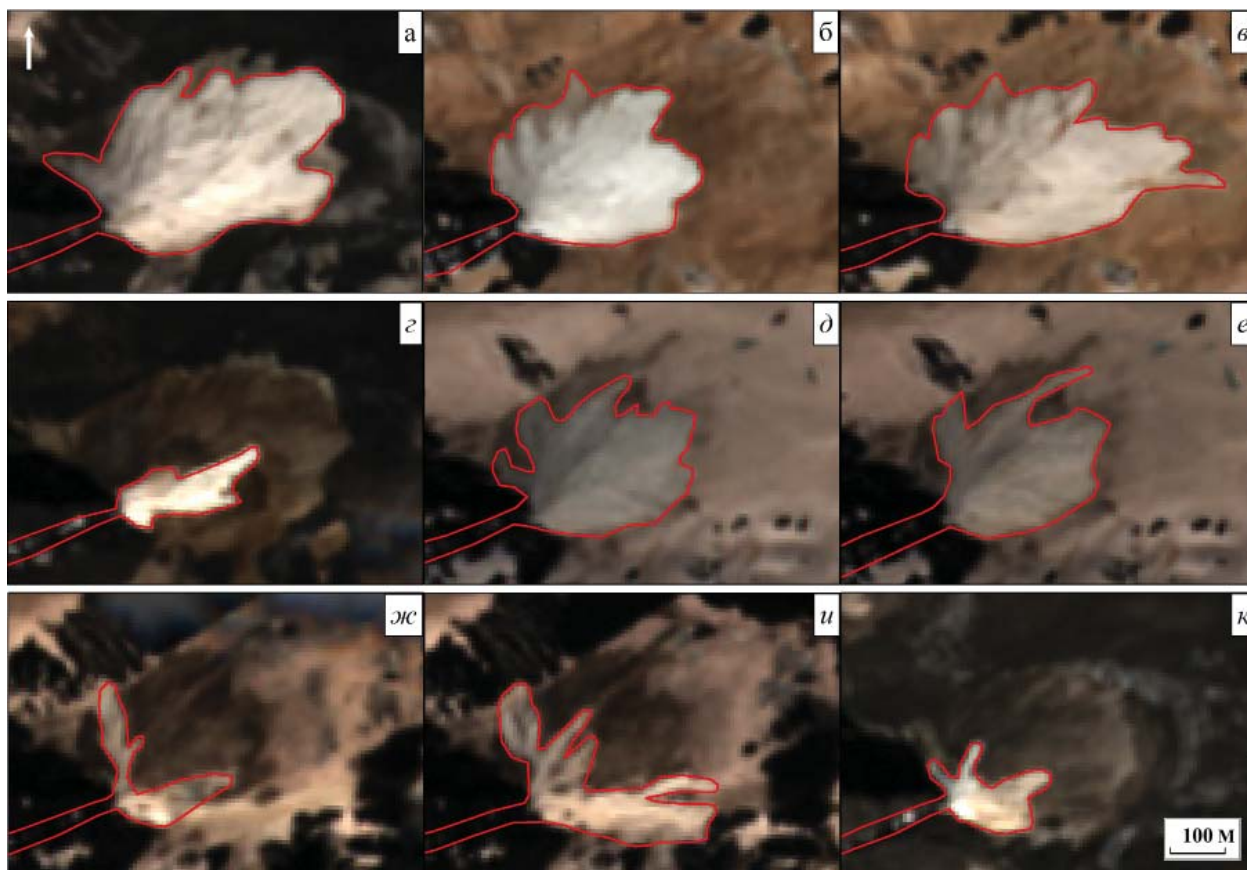


Рис. 5. Сход лавины из лавиносбора № 34 (снимки Sentinel-2A) (№ лавин см. на *рис. 2*):

а) до схода лавины 10.01.2018 г.; б) момент схода лавины 20.01.2018 г.; в) через несколько дней после схода 28.01.2018 г., красной штрих-пунктирной линией выделены лавинные отложения; на всех фрагментах красным контуром показан момент схода лавины 20.01.2018 г.



**Рис. 6. Сходы лавины с лавиносбора № 36 (космические снимки Sentinel-2A)
(№ лавин см. на рис. 2) в летне-осеннее время:**

а) 11.08.2016 г.; б) 14.06.2018 г.; в) 22.06.2018 г.; г) 21.08.2018 г.; д) 07.06.2019 г.; е) 09.06.2019 г.;
ж) 04.07.2019 г.; и) 09.07.2019 г.; к) 12.09.2019 г.

нительного дешифрирования аэрофотоснимков 1983 и 1988 г. По данным наземных фотографий туриста Е. Шаповалова и дешифрирования космоснимков Landsat 5 (<https://landsatlook.usgs.gov/viewer.html>) было установлено, что обвалов было не менее двух. Следы первого обвала отмечены на космоснимке 05.04.1988 г. Второй обвал произошел после 27.08.1988 г., что выявлено в результате сравнения с космическим снимком 1999 г.

На фотографиях туриста Е. Шаповалова за 1987 г. и август 1988 г., а также авторов, сделанных при обследовании долины в 2010 г., зафиксировано состояние ниши отрыва, поверхности ледника и дна долины (рис. 7).

При полевом обследовании (рис. 8) обвального тела в основной долине подтверждено, что оно имеет четкие границы, и характер отложений отличается от окружающего моренного материала. Для поверхности отложений характерен хаотический вид, обусловленный нагромождением остроугольных обломков. Заполнитель между глыбами отсутствует, что подтверждает версию о том, что обвал произошел в холодное время года и в процессе схода было вовлечено большое количество снега с ледника. При этом следов крупных паводков или селевых потоков в этом районе не отмечено.

В результате обвала различными по размерам обломками был покрыт ледник Езенги, что способствовало уменьшению абляции [3] (рис. 9).

Параметры каменной лавины, сошедшей в долине р. Юсенги, приведены в таблице № 1.

В верховье долины р. Юсенги находятся четыре озера ледникового происхождения, они пронумерованы, как показано на рис. 9, площади озер приведены в таблице № 2.

Площади озер в долине р. Юсенги сравнительно небольшие, но их наличие в горной местности представляет потенциальную опасность, для туристов, местного населения, населенных пунктов и инфраструктуры в связи с возможностью прорыва озер вследствие воздействия обвалов.

По данным кадастра [17, 24] селевая деятельность в бассейне р. Юсенги (рис. 9) отмечена только в верховьях. Повторяемость схода селей раз в 10 лет, средний объем 10 тыс. м³, а максимальный объем 50 тыс. м³, генезис схода селя – ледниково-дождевой, ущерб не зафиксирован, селезащитные мероприятия не проводились. По данным дешифрирования космоснимков и аэрофотоснимков и маршрутных обследований выявлена селевая активность правых притоков.

На рис. 10 показаны попарно фрагменты кос-

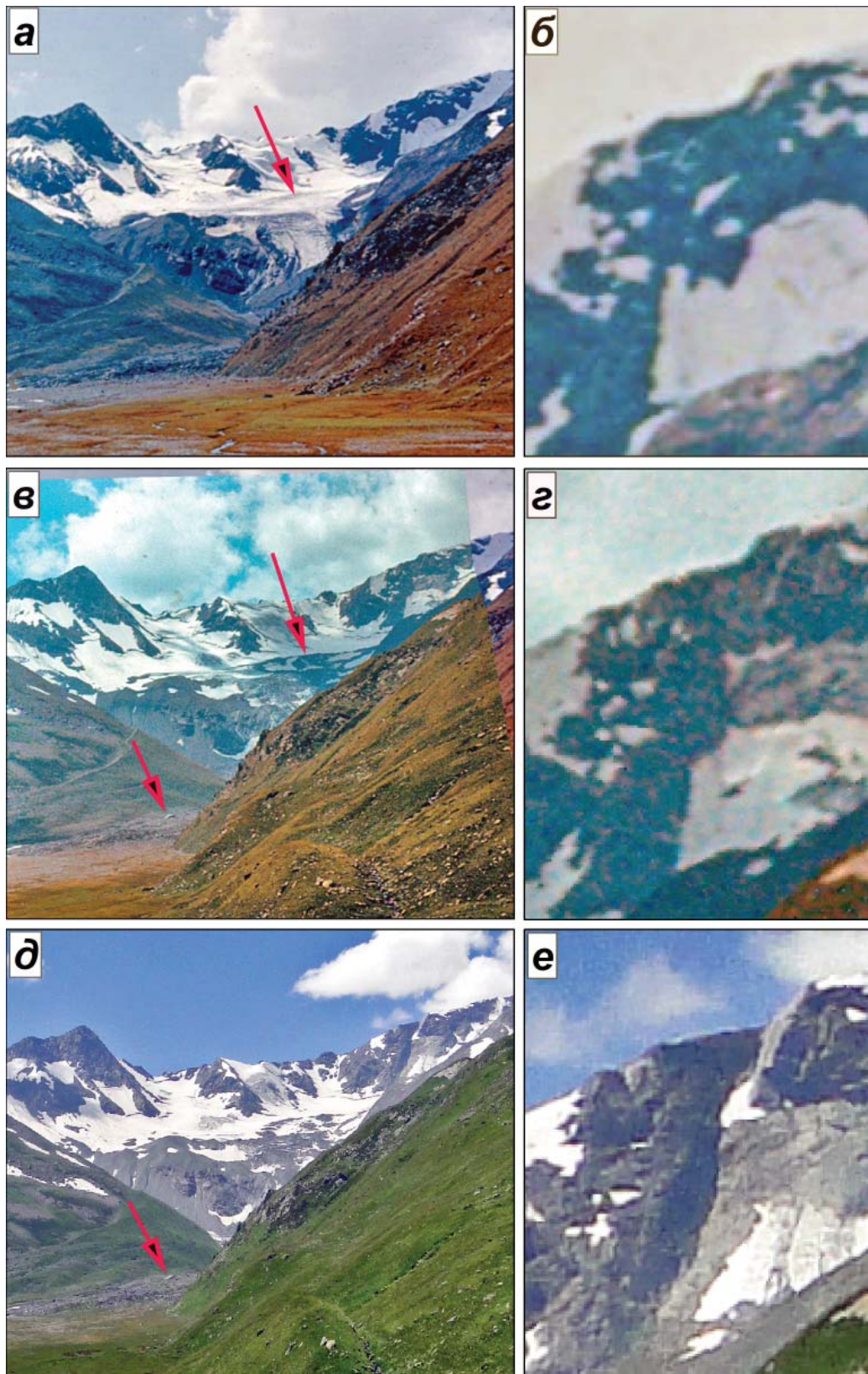


Рис. 7. Этапы развития ниши отвыва:

а – 1987 г., в – 1988 г. (фото Е. Шаповалова); д – 30.07.2010 г. (фото Е. Савернюк); б, г, е – крупные планы зоны отвыва; стрелками показано положение фронтальной глыбы первого обвала длиной более 20 м по длинной оси (в, д), положение обвалных отложений на леднике (а, в)



Рис. 8. Крупноглыбовые отложения каменной лавины в верховье р. Юсенги
(фото М. Докукина, 22.08.2010 г.)

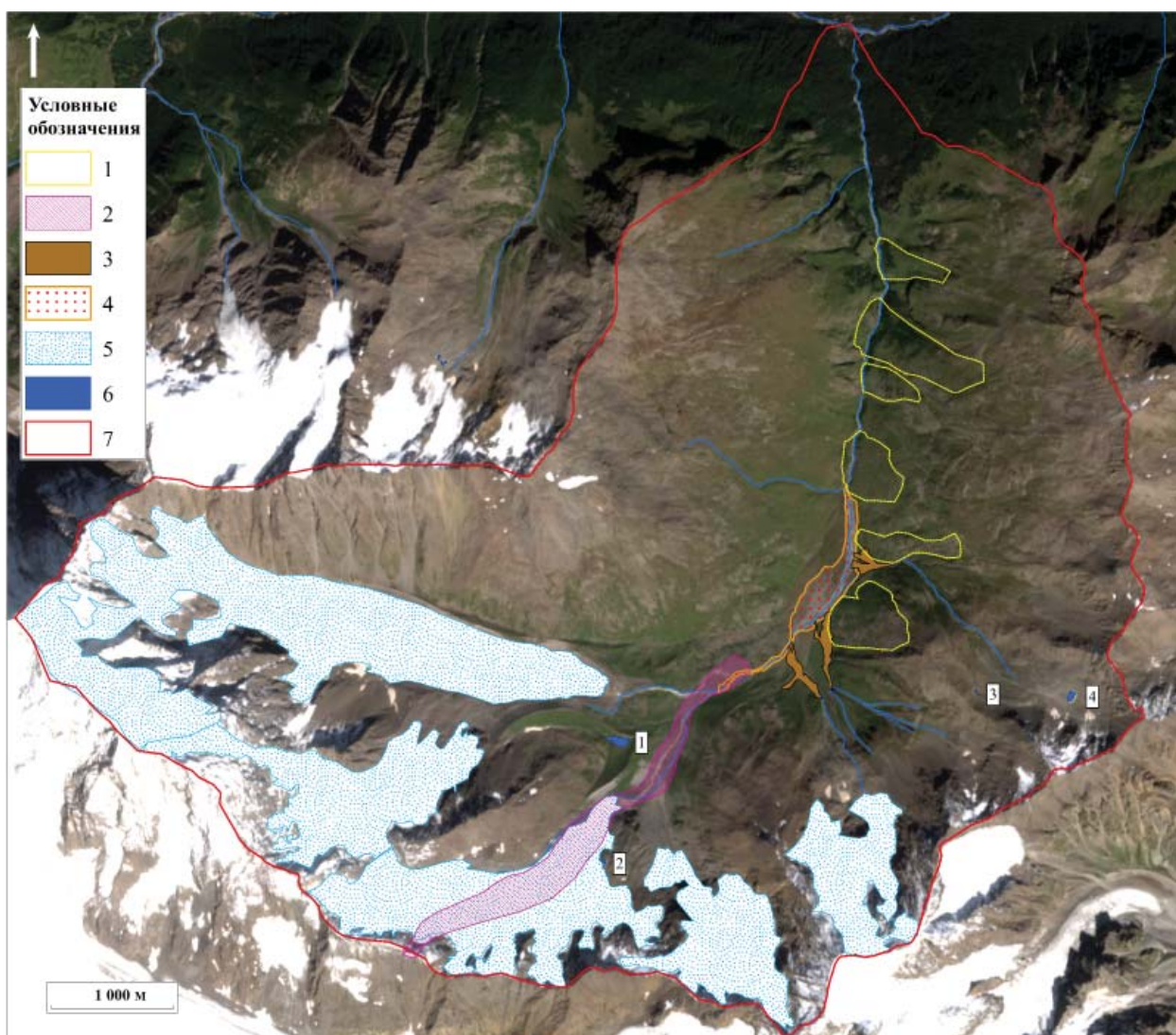


Рис. 9. Экзогенные процессы в долине р. Юсенги

Подложка – космоснимок Sentinel-2A 10.09.2017 г. Условные обозначения:

1 – оползни; 2 – обвал; 3 – селевые русла и отложения; 4 – зона воздействия наносоводных селей; 5 – ледники; 6 – озера (пронумерованы цифрами); 7 – граница долины р. Юсенги

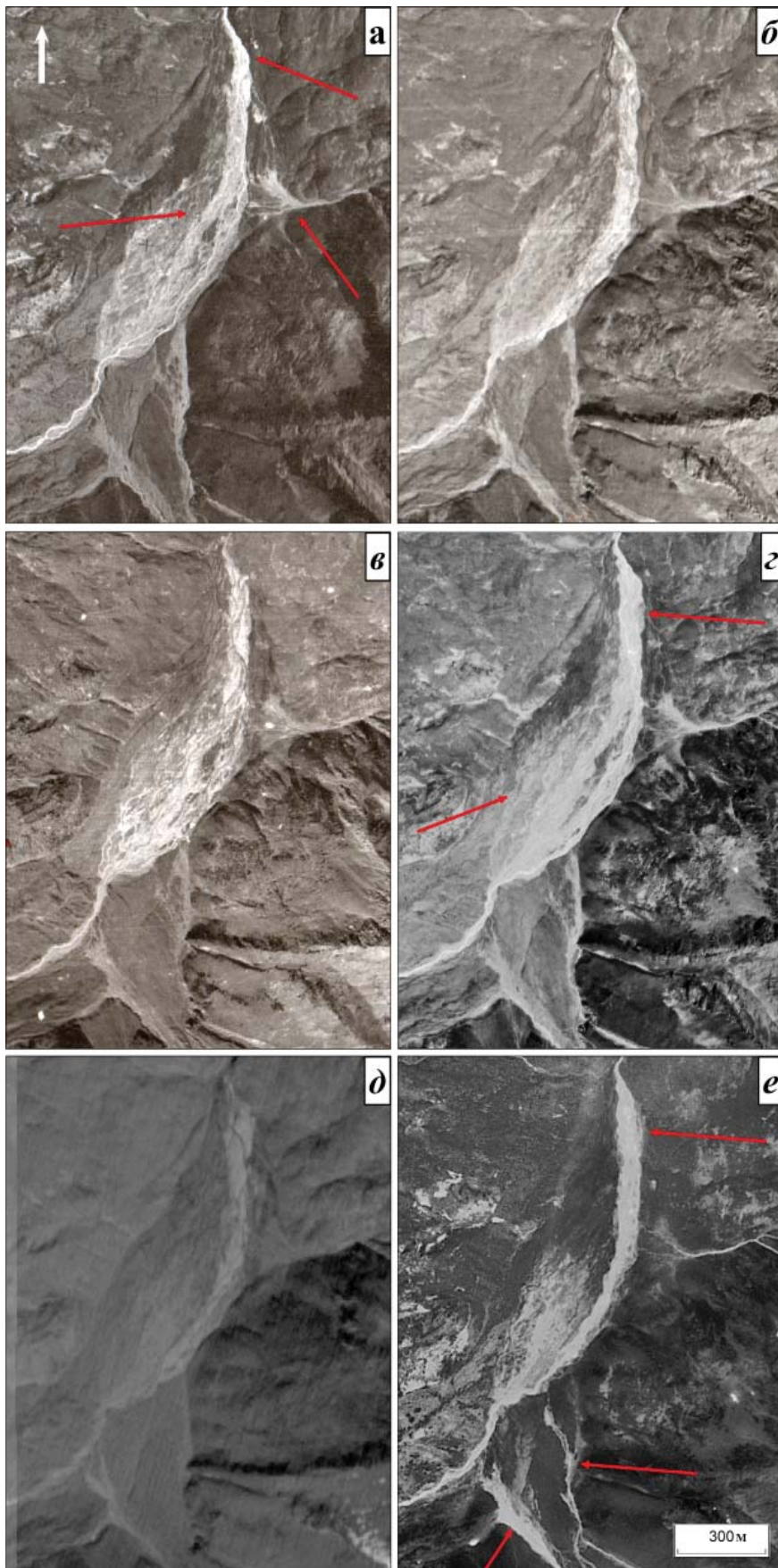


Рис. 10. Динамика зоны наносоводных селей и селевых русел

а) 05.09.1960 г.; б) 1975 г.;
 в) 21.09.1983 г.; г) 27.07.1988 г.;
 д) Канопус В1 04.09.2014 г.;
 е) Ресурс П2 14.07.2016 г.



Рис. 11. Маршрутное обследование селевых русел и отложений

Таблица № 1

Параметры каменной лавины в долине р. Юсенги

Параметры	Значение
Абсолютная отметка зоны отрыва, м	3600
Абсолютная отметка нижнего края обвального тела, м	2470
Превышение, м	1130
Средний угол наклона, градус	16
Длина пути, м	4 000
Площадь зоны поражения, км ²	0,73
Приблизительный объём, м ³	800 000

Таблица № 2

Площади озер долины р. Юсенги

№	Озеро	Площадь, м ²
1.	1	9 285
2.	2	968
3.	3	448
4.	4	3 462

моснимков и аэрофотоснимков с видимыми изменениями селевых русел и отложений.

Выявлены следы схода селей в периоды 1960–1975 гг., 1983–1988 гг. и 2014–2016 гг. Селевой поток в период 1983–1988 гг., возможно, был связан с блокированием русла реки обвальными снежно-ледово-каменными массами. На рис. 11 показаны селевое русло и отложения селевого потока, сошедшего в период 2014–2016 гг. Последние селепроявления

предположительно имели ливневый генезис. Повторяемость селей составила в среднем раз в 20 лет, объемы выносов достигали 25–40 тыс. м³.

В работах [8,12,24] охарактеризованы оползневые массивы на правом склоне долины р. Юсенги. Они относятся к древней группе фаз развития процесса, сдвиг по механизму оползневого процесса, возрастом dcQ Ш–IV класс.

В работе [8, 12] приведены данные о возрасте

оползневых массивов. По возрасту палеопочвы, перекрытой озерными осадками и оползневыми массивами, определен возраст формирования оползня, который составляет $340\text{--}350 \pm 60$ лет.

На рис. 9 показаны контуры сейсмогенных оползней, которые выявлены по особенностям рельефа склонов. Следов активизации оползней не выявлено.

ВЫВОДЫ

В результате анализа разновременной аэрокосмической информации можно сделать следующие выводы:

- 1) в ущелье Юсенги наблюдаются опасные природные процессы: обвалы, оползни, сели, лавины;
- 2) в будущем на склонах долины в верховьях не исключено формирование новых обвалов;
- 3) в нижней части правого склона долины р.

Юсенги следов активизации сейсмогенных оползней не выявлено;

4) в пойме р. Юсенги и на конусах выноса правых притоков выявлена селевая активность, объемы селевых выносов достигали $25\text{--}40$ тыс. м³;

5) в верховье долины р. Юсенги не зафиксировано прорывов озер;

6) всего выделено 60 лавиносборов (включающих более 200 путей схода лавин), суммарной площадью $23,4$ км². Объемы спорадических лавин могут превышать $1\ 000\ 000$ м³;

7) в верховье долины зафиксированы факты схода лавин в весенне-летний период.

Полученную информацию об опасных природных процессах и их масштабах можно использовать при составлении карт опасных природных процессов и уточнении их границ, при проектировании объектов рекреации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бероев Б.М. Приэльбрусье: Очерк природы. Летопись покорения Эльбруса. Туристские маршруты. – М.: Профиздат, 1984. 208 с.
2. Докукин М.Д., Савернюк Е.А., Черноморец С.С. Обвальные процессы в высокогорной зоне Кавказа в XXI веке // Природа, 2015. № 7. С. 52–62.
3. Докукин М.Д., Савернюк Е.А. Характерные геоморфологические признаки каменных лавин // Труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию со дня создания Владикавказского научного центра РАН и Правительства РСОА «Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа». Владикавказ, 2010. С. 171–179.
4. Залиханов М.Ч. Снежно-лавинный режим и перспективы освоения гор Большого Кавказа / Диссертация на соискание ученой степени доктора географических наук. – Нальчик, 1974. 420 с.
5. Залиханов М.Ч. Снежно-лавинный режим и перспективы освоения гор Кабардино-Балкарии. – Нальчик: Эльбрус, 1971. 192 с.
6. Залиханов М.Ч. Физика снега, лавины, сели. Перспективы освоения гор центрального Кавказа // Труды ВГИ, 1978. № 40. С. 106–124.
7. Залиханов М.Ч. Снежно-лавинный режим и перспективы освоения гор Большого Кавказа. – М.: Официальная и деловая Россия, 2014. 611 с.
8. Рогожин Е.А., Овсиченко А.Н., Мараханов А.В. Дислокации сильнейших древних землетрясений Приэльбрусья. Доклады Академии наук, 2008, том 422, № 1. С. 98–101.
9. Рунич А.В., Залиханов М.Ч. Дальность выброса лавин в р. Баксан. // Труды ВГИ, 1978. № 40. С. 3–12.
10. Сейнова И.Б., Золотарев Е.А. Ледники и сели Приэльбрусья (Эволюция оледенения и селевой активности). – М.: Научный мир, 2001. 203 с.
11. Соловьев С.П. По долинам и перевалам Центральной части Северного Кавказа (Зап. Балкария, Вост. Карачай-Эльбруссский район). – Ленинград-Москва-Новосибирск: Изво государственное научно-техническое горно-геологическое-нефтяное, 1933. 64 с.
12. Соломина О.Н., Володичева Н.А., Володичева Н.Н., Кудерина Т.М. Динамика нивально-гляциальных склоновых процессов в бассейнах рек Баксан и Теберда по данным радиоуглеродного датирования погребенных почв // Лед и Снег, № 1 (121), 2013. С. 118–126.
13. Читадзе В.С. Лавинная опасность Баксанского ущелья. Физика снежного покрова и снежные лавины // Труды ВГИ. 1965. № 4. С. 68–111.
14. Читадзе В.С. Лавины Баксанского ущелья // Информационный сборник о работах по МГГ. № 4, 1959. – М.С. 114–124.
15. Золотарев Е.А. Содержание и методика составления крупномасштабной оценочной карты лавинной опасности (на примере Приэльбрусья) // Лавины Приэльбрусья. – М.: 1980. С. 69–80.
16. Кадастр лавинно-селевой опасности Кабардино-Балкарской Республики // Под ред. М.Ч. Залиханова, 2001. – СПб.: Гидрометеиздат. 64 с.
17. Кадастр лавинно-селевой опасности Северного Кавказа // Под ред. М. Ч. Залиханова. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. 112 с.
18. Каталог ледников СССР. Т. 8. Северный Кавказ. Часть 5. Бассейны рек Малка, Баксан. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. 145 с.
19. Урумбаев Н.Л. Основные черты лавинного режима Приэльбрусья / Лавины Приэльбрусья. – М.: МГУ, 1980. С. 24–40.
20. Разумов В.В., Притворова А.П., Аджиев А.Х., Шныпков А. Л. Опасные природные процессы юга европейской части России. – М.: Феория, 2008. 388 с.
21. Разумов В.В., Аджиев А.Х., Разумова Н.В., Глушко А.Я., Шагин С.И., Кондратьева Н.В., Притворов А.П., Колычев А.Г., Шаповалов М.А. Опасные природные процессы Северного Кавказа. – М.: Феория, 2013. 319 с.
22. Мискароева Р.Г., Докукин М.Д., Калов Р.Х., Хаткутов А.В. Исследование лавинной активности на основе анализа разновременной аэрокосмической информации (на примере долины р. Ирик, Центральный Кавказ) // Вестник Владикавказского научного центра. 2019. Т. 19. № 3. С. 58–65.
23. Селиверстов Ю.Г., Созаев С.Х., Харьковец Е.Г., Турчанинова А.С., Глазовская Т.Г., Клименко Е.С. Моделирование катастрофических лавин в Приэльбрусье // Доклады и выступления XII Научно-практической конференции «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций» 17–18 октября 2012 г. ФКУ Центр «Антистихия» МЧС России, 2–15.– М.С. 246–251.
24. Чулков К.И., Мезенина Т.Н., Сейнова И.Б. Пояснительная записка к комплекту карт распространения экзогенных геологических процессов на территории Кабардино-Балкарской республики масштаб 1 : 200 000. – Нальчик, 1994. 93 с.
25. Методическое пособие по дешифрированию аэрофотоснимков при изучении лавин. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. 50 с.
26. <https://twitter.com/inrushmd/status/1000731503469441024>
27. <http://кчгч.рф/wp-content/uploads/2014/04/Vestnik-34.doc>

HAZARDOUS NATURAL PROCESSES ACTIVITY EVALUATION IN THE YUSENGI GORGE (THE ELBRUS REGION, CENTRAL CAUCASUS)

R.G. Miskarova¹, M.D. Dokukin², E.A. Savernyuk³, A.V. Khatkutov⁴, R.Kh. Kalov⁵, O.V. Ostaptsov⁶¹ Junior Researcher of laboratory of glaciology, Federal State Budgetary Institution "High-Mountain Geophysical Institute", Nalchik (ruvella_1709@mail.ru).² PhD, Federal State Budgetary Institution "High-Mountain Geophysical Institute", Nalchik (inrush@bk.ru).³ Researcher Assistant of laboratory of snow avalanche and debris, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow (savernyuk@geogr.msu.ru)⁴ Junior Researcher of laboratory of glaciology, Federal State Budgetary Institution "High-Mountain Geophysical Institute", Nalchik (Liparskie@mail.ru)⁵ PhD, Associate Professor. Federal State Budgetary Institution "High-Mountain Geophysical Institute", Nalchik (ruska-lov@rambler.ru)⁶ Leading Engineer, Federal Budgetary Institution "North-Caucasus Special Service on Weather Modification" Elbrus paramilitary avalanche detachment, Nalchik (ostaptsov@mail.ru)

Abstract. On the basis of route surveys data in 2008, 2010, 2016 and 2017, decryption of space images from 2015 to 2019 and aerial photographs from 1957 to 1988, the paper considers the activity of dangerous natural processes in the Yusengi Valley: mudflows, landslides, avalanches and rockslides.

When comparing aerial photographs of 1983 and 1988, the fact of the rockslide from the slope of the mountain Gogutai (3 753 m) is revealed. On the basis of the relief analysis of the right slope of the valley, landslides masses that are known in literature as seismogenic have been identified.

The activity of mudflow processes was determined by the change in the contours of the zones of the mudflow deposits on the three debris cones and by the changes of the stream course in the wide floodplain area.

The facts of the avalanche collapse were established as a result of the comparison of space images and their GIF animations taken at different times, which carried out in terms of the avalanche snow-patches presence during the spring and summer period, considering the nature and habitat of vegetation, and also the unique space image taken at the very moment of the avalanche collapse. The borders of avalanche catchments were determined on the basis of a map of slopes in comparison with the local terrain, photographs from route surveys and contours of avalanche deposits on space images. A total of 60 avalanche catchments (including more than 200 avalanche paths), with a total area of 23.4 km², have been isolated.

Keywords: aerial photograph, interpretation of aerospace photographs, rockslide / avalanche collapse, space image, avalanche catchment, suspended streams, landslide, debris flow deposits.

REFERENCES

- Beroev B.M. Priel'brus'e: Ocherk prirody. Letopis' pokoreniya El'brusa. Turistskie marshruty. – M.: Prof-izdat, 1984. 208 s.
- Dokukin M.D., Savernyuk E.A., Chernomorec S.S. Obval'nye processy v vysokogornoj zone Kavkaza v XXI veke // Priroda, 2015. № 7. S. 52–62.
- Dokukin M.D., Savernyuk E.A. Harakternye geomorfologicheskie priznaki kamennyh lavin // Trudy II Mezhdunarodnoj nauchnoprakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 10-letiyu so dnya sozdaniya Vladikavkazskogo nauchnogo centra RAN i Pravitel'stva RSOA «Opasnye prirodnye i tekhnogennye geologicheskie processy na gornyh i predgornyh territoriyah Severnogo Kavkaza». Vladikavkaz, 2010. S. 171–179.
- Zalihanov M.CH. Snezhno-lavinnyj rezhim i perspektivy osvoeniya gor Bol'shogo Kavkaza / Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora geograficheskikh nauk. – Nal'chik, 1974. 420 s.
- Zalihanov M.CH. Snezhno-lavinnyj rezhim i perspektivy osvoeniya gor Kabardino-Balkarii. – Nal'chik: El'brus, 1971. 192 s.
- Zalihanov M.CH. Fizika snega, laviny, seli. Perspektivy osvoeniya gor central'nogo Kavkaza // Trudy VGI, 1978. № 40. S. 106–124.
- Zalihanov M.CH. Snezhno-lavinnyj rezhim i perspektivy osvoeniya gor Bol'shogo Kavkaza. – M.: Oficial'naya i delovaya Rossiya, 2014. 611 s.
- Rogozhin E.A., Ovsichenko A.N., Marahanov A.V. Dislokacii sil'nejshih drevnih zemletryasenij Priel'brus'ya. Doklady Akademii nauk, 2008, tom 422, № 1. С. 98–101.
- Runic A.B., Zalihanov M.CH. Dal'nost' vybrosa laviny v r. Baksan. // Trudy VGI, 1978. № 40. S. 3–12.
- Sejnova I.B., Zolotarev E.A. Ledniki i seli Priel'brus'ya (Evoluciya oledneniya i selevoj aktivnosti). – M.: Nauchnyj mir, 2001. 203 s.
- Solov'ev S.P. Po dolinam i perevalam Central'noj chasti Severnogo Kavkaza (Zap. Balkariya, Vost. Karachaj- El'bruskij rajon). – Leningrad-Moskva-Novosibirsk: Iz-vo gosudarstvennoe nauchno-tekhnicheskoe gorno-geologicheskoe-neftyanoe, 1933. 64 s.
- Solomina O.N., Volodicheva N.A., Volodicheva N.N., Kuderina T.M. Dinamika nival'no-glyacial'nyh sklonovyh processov v bassejnah rek Baksan i Teberda po dannym radiouglerodnogo datirovaniya pogrebennyh pochv // Led i Sneg, № 1 (121), 2013. С. 118–126.
- CHitadze V.S. Lavinnaya opasnost' Baksanskogo ushchel'ya. Fizika snezhnogo pokrova i snezhnye laviny // Trudy VGI. 1965. № 4. S. 68–111.
- CHitadze V.S. Laviny Baksanskogo ushchel'ya // Informacionnyj sbornik o rabotah po MGG. № 4, 1959. – M.S. 114–124.
- Zolotarev E.A. Soderzhanie i metodika sostavleniya krupnomashtabnoj ocenочноj karty lavinnoj opasnosti (na primere Priel'brus'ya) // Laviny Priel'brus'ya. – M.: 1980. S. 69–80.
- Kadastr lavinno-selevoj opasnosti Kabardino-Balkarskoj Respubliki // Pod red. M.CH. Zalihanova, 2001. – SPb.: Gidrometeoizdat. 64 s.
- Kadastr lavinno-selevoj opasnosti Severnogo Kavkaza // Pod red. M. CH. Zalihanova. – SPb.: Gidrometeoizdat, 2001. 112 s.
- Katalog lednikov SSSR. T. 8. Severnyj Kavkaz. CHast' 5. Bassejny rek Malka, Baksan. – L.: Gidrometeoizdat, 1970. 145 s.
- Urumbaev N.L. Osnovnye cherty lavinnogo rezhima Priel'brus'ya / Laviny Priel'brus'ya. – M.: MGU, 1980. S. 24–40.
- Razumov V.V., Pritvorova A.P., Adzhiev A.H., SHnyparkov A. L. Opasnye prirodnye processy yuga evropejskoj chasti Rossii. – M.: Feoriya, 2008. 388 s.
- Razumov V.V., Adzhiev A.H., Razumova N.V., Glushko A.YA., SHagin S.I., Kondrat'eva N.V., Pritvorov A.P., Kolychev A.G., SHapovalov M.A. Opasnye prirodnye processy Severnogo Kavkaza. – M.: Feoriya, 2013. 319 s.
- Miskarova R.G., Dokukin M.D., Kalov R.H., Hatkutov A.V. Issledovanie lavinnoj aktivnosti na osnove analiza raznovremennoj aerokosmicheskoj informacii (na primere doliny r. Irik, Central'nyj Kavkaz) // Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo centra. 2019. T. 19. № 3. S. 58–65.
- Seliverstov YU.G., Sozaev S.H., Har'kovec E.G., Turchaninova A.S., Glazovskaya T.G., Klimentko E.S. Modelirovanie katastroficheskikh lavin v Priel'brus'e // Doklady i vystupleniya XII Nauchno-prakticheskoj konferencii «Problemy prognozirovanie chrezvychajnyh situacij» 17–18 oktyabrya 2012 g. FKU Centr «Antistihiya» MCHS Rossii, 2–15.– M.S. 246–251.
- CHulkov K.I., Mezenina T.N., Sejnova I.B. Poyasnitel'naya zapiska k komplektu kart rasprostraneniya ekzogennyh geologicheskikh processov na territorii kabardino-Balkarskoj respubliki masshtaba 1 : 200 000. – Nal'chik, 1994. 93 s.
- Metodicheskoe posobie po deshifirovaniyu aerofotosnimkov pri izuchenii lavin. – L.: Gidrometeoizdat, 1980. 50 s.
- <https://twitter.com/inrushmd/status/1000731503469441024>
- <http://kchgu.rf/wp-content/uploads/2014/04/Vestnik-34.doc>