

УДК 627.141.1:556.513

DOI: 10.31774/2658-7890-2019-2-1-9

**З. Т. Акшаяков, Х. А. Анахаев, А. Ш. Баттаев**

Высокогорный геофизический институт, Нальчик, Российская Федерация

**ВЫЯВЛЕНИЕ СТЕПЕНИ СЕЛЕОПАСНОСТИ БАССЕЙНОВ  
НА Р. ЧЕРЕК (КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ),  
ПУТЕМ НАТУРНЫХ И АРХИВНЫХ ИЗУЧЕНИЙ  
С СОСТАВЛЕНИЕМ КАРТЫ СЕЛЕВЫХ БАССЕЙНОВ  
В ПРОГРАММЕ ARCGIS**

Целью работы являлся анализ всех полученных натурных и архивных данных для сравнительного анализа с параметрами бассейнов составляемой карты селевых бассейнов р. Черек. Рассматриваются результаты аналитической обработки данных геоморфологии обследуемых бассейнов Черекского района (Кабардино-Балкарская Республика), обширных массивов ледников, погребенных льдов, наличие на склонах и в руслах легко размываемых или теряющих устойчивость при увлажнении горных пород, которые способствуют широкому развитию селевых процессов. В составленной карте селевых бассейнов р. Черек с помощью современных картографических программ ArcGIS, Google наглядно отображены объемы максимального единовременного выноса и степень пораженности территории селевыми бассейнами. Для сравнительного анализа точности, натурно изучены селеносные бассейны: 1) р. Саурдан-суу – левый приток р. Черек Балкарский, 2) р. Курунгу-суу – является правым притоком р. Черек Балкарский. Было установлено и обосновано, что составление карт селеопасности бассейнов активных селеносных районов принесло бы большую пользу при строительстве различных объектов в зоне поражения селевыми потоками, а также обеспечения безопасности при построении инженерных сооружений, прочих хозяйственных объектов, экосистем, и жизнедеятельности людей.

Ключевые слова: экзогенные геологические процессы, сели, селевые бассейны, селевое русло, площадь селевого бассейна.

**Z. T. Akshayakov, Kh. A. Anakhaev, A. Sh. Battaev**

Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russian Federation

**DETERMINING THE MUDFLOW HAZARDS LEVEL OF  
THE CHEREK RIVER BASINS (KABARDINO-BALKAR REPUBLIC)  
BY FULL-SIZE AND ARCHIVAL STUDIES WITH THE FURTHER  
MAPPING OF MUDFLOW BASINS BY THE ARCGIS PROGRAM**

The aim of the research was to analyze all natural and archival data obtained for a comparative analysis with the basins parameters of the compiled map of mudflow basins of the river Cherek. The results of the analytical processing of geo-morphology data of the surveyed basins of the Cherek region (Kabardino-Balkar Republic), extensive glacier massifs, buried ice, the presence of rocks easily eroded or losing stability in the course of moistening on the slopes and in basins which contributes to the wide-spread development of mudflow processes are considered. The volumes of the maximum one-time removal and the level of the territory affection by mudflow basins are clearly displayed in the compiled map of the mudflow basins of the river Cherek with the help of modern ArcGIS cartographic programs,

Google. For a comparative accuracy analysis the mudflow basins were studied in-situ: 1) river Saurdan-Suu – the left tributary of the river Cherek Balkarsky, 2) river Kurungu-Suu – the right tributary of the river Cherek Balkarsky. It was found and justified that the mapping of the mudflow hazards of the basins of regions with active debris flows would be of great benefit for the construction of various objects in the zones affected by mudflows, as well as for ensuring protection of construction of engineering structures, other economic objects, ecosystems and human activity.

Key words: exogenous geological processes, mudflows, mudflow basins, mudflow channels, mudflow basin area.

**Введение.** В силу физико-географического положения в Черекском ущелье Кабардино-Балкарской Республике имеются все необходимые природные предпосылки для активного развития экзогенных процессов. Большая расчлененность рельефа, обуславливающая крутые уклоны склонов и русел, возможность выпадения обильных ливневых осадков, обширные массивы ледников, и погребенных льдов, наличие на склонах и руслах легко размываемых или теряющих устойчивость при увлажнении горных пород – все эти естественные факторы, зачастую, вместе с непродуманной деятельностью человека, способствуют широкому развитию селевых процессов [1–3].

В результате селевых процессов на древних моренах могут формироваться сели объемами в несколько млн м<sup>3</sup> [4]. Вопросы хозяйственного освоения территорий, расположенных на древних моренах, должны постоянно находиться в поле зрения подразделений, отвечающих за безопасное функционирование народнохозяйственных объектов, а также жизни и здоровье людей в зонах, подверженных воздействию селей.

**Материалы и метода анализа** включали статистический анализ архивных и натурных данных исследования.

**Результаты и обсуждения.** По результатам аналитической обработки данных, полученных на основе материалов натурных маршрутных обследований, и изучения ранее полученных архивных материалов федерального государственного бюджетного учреждения «Высокогорный геофизический институт» составлена карта селевых бассейнов р. Черек-Балкарский-Безенгийский [5–7]. Основной целью работы было сравнение

всех полученных натурных и архивных данных с параметрами составленной картой селевых бассейнов р. Черек, используя современные картографические программы – ArcGIS, Google. В составленной карте селевых бассейнов р. Черек, наглядно отображены объем максимального единовременного выноса и степень пораженности селевыми бассейнами.

Для сравнительного анализа правильности подсчетов параметров бассейна с помощью программы ArcGIS было рассмотрено два натурно обследованных селевых бассейнов р. Саурдан-суу и р. Курунгу-суу.

1 Р. Саурдан-суу – левый приток р. Черек Балкарский на склоне Козпарты. Площадь селевого бассейна  $4,0 \text{ км}^2$ , длина селевого русла  $3,4 \text{ км}$ , объем максимального единовременного выноса более  $10 \text{ тыс. м}^3$ , типы селей грязекаменные, повторяемость один раз в год. Ширина русла на выходе  $12 \text{ м}$ , глубина селевого русла  $8\text{--}10 \text{ м}$ , уклон русла на выходе  $15^\circ$ , ширина конуса выноса  $300 \text{ м}$ , длина конуса выноса  $120 \text{ м}$ , толщина селевого выноса  $2\text{--}2,5 \text{ м}$ . GPS-координаты участка № 165, 19-APR-16 11:26:02 N43 07.932 E43 27.878 (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Картосхема р. Саурдан-суу  
(левый приток р. Черек Балкарский в с. Верхняя Балкария)**

Дно ущелья завалено валунами, радиус которых достигает до 2,5–3,0 м. По грубым подсчетам объем накопившегося материала достигает 5 млн м<sup>3</sup>. Источником зарождения является раздробленный скальный массив гранитов и сланцев, в котором сосредоточены крупные глыбы, и глинистый материал.

Коренные породы перекрыты чехлом древних ледниковых отложений, благодаря чему в составе обвальных масс в избытке присутствует мелкозем, что облегчает формирование грязекаменной массы.

2 Р. Курунгу-суу – является правым притоком реки Черек Балкарский, расположен на 36-м км, федеральной автодороги Урвань-Уштулу, ниже с. Верхняя Балкария. Генезис происхождения – дождевой, тип селя – грязекаменный, площадь селевого бассейна 4,7 км<sup>2</sup>, длина селевого русла 4,0 км, объем максимального единовременного выноса более 50 тыс. м<sup>3</sup>, повторяемость 2–5 раз в 10 лет, ширина русла на выходе 7 м, глубина селевого русла 3–4 м, уклон русла на выходе 31°, высота участка у автодороги 1075 м над уровнем моря, GPS-координаты участка № 179, 19-APR-16 12:41:36 N43 09.683 E43 29.155 (рисунок 2) [2].



**Рисунок 2 – Картосхема р. Курунгу-суу (правый приток р. Черек Балкарский. Выносы на автодорогу ниже с. Верхняя Балкария)**

Сравнение полученных натурных данных и данных «Кадастра селевой опасности юга европейской части России» для обследованных селевых бассейнов (площадь, периметр, координаты участков, длина селеносного русла, уклон, высота: max, min и т. д.) с результатами подсчета программы ArcGIS показывает высокий уровень математической и картографической точности параметров изучаемых бассейнов. Для наглядности сравнительного анализа, данные бассейнов приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Сравнительный анализ параметров селевых бассейнов**

Параметры селевых бассейнов, рассчитанные с помощью картографических программ ArcGis (ArcMap)		Параметры селевых бассейнов из «Кадастра селевой опасности юга европейской части России»	
Черек Балкарский (левые притоки)			
4–36 Саур-дан-суу	Площадь бассейна – 9,56 км <sup>2</sup> . Периметр – 53,4 км. Центр – 43°22'15,2425" в. д. 43°8'20,2257"с. ш. Длина реки – 20,6 км.	4-36 Саур-дан-суу	Площадь бассейна – 4,0 км <sup>2</sup> . Средний уклон русла $\alpha$ – 80 ‰. Длина реки $L$ – 3 км. Высота истока $H$ – 1700 м абс. в.
4-37а Чай-нашки	Средний уклон русла $\alpha$ – 92 ‰. Высота истока $H$ : max – 3392 м min – 1482 м	4–37а Чай-нашки	Площадь бассейна – 6,2 км <sup>2</sup> . Средний уклон русла $\alpha$ – 100 ‰. Длина реки $L$ – 20,8 км. Высота истока $H$ – 3164 м абс. в.
Черек Балкарский (правые притоки)			
4-57 Курун-гу-суу	Площадь бассейна – 3,28 км <sup>2</sup> . Периметр – 21,4 км. Центр – 43°31'51,3568" в. д. 43°9'6,6982" с. ш. Длина – 8,1 км. Средний уклон русла $\alpha$ – 229 ‰. Высота истока $H$ : max – 2914 м min – 1065 м	4-57 Ку-рунгу-суу	Площадь бассейна – 3,1 км <sup>2</sup> . Средний уклон русла $\alpha$ – 151 ‰. Длина реки $L$ – 6 км. Высота истока $H$ – 1987 м абс. в.

По результатам аналитической обработки данных, полученных на основе материалов натурных маршрутных обследований и архивных материалов (из материалов периодического мониторинга в отчете о НИОКР 1.1.6.1 / ГУ «ВГИ». – Нальчик, 2017) с использованием современных картографических программ ArcGIS и Google, составлена карта



селевых бассейнов р. Черек, отображающая объем максимального единовременного выноса ( $W > 50$ ,  $W > 10$ ,  $W > 1,0$  тыс. м<sup>3</sup>) и степень пораженности территории селевыми бассейнами [8, 9].

Активизация опасных геологических процессов может оказать отрицательное воздействие на их развитие. На участке исследований это может быть обусловлено, как непосредственно влиянием строительства на вмещающий грунтовый массив (техногенная активизация ОГП), так и изменением тектонических, гидрогеологических и прочих характеристик массива под воздействием региональных природных факторов, инженерных сооружений, экосистем, что приведет к возникновению аварийных ситуаций [10].

Поэтому для своевременного прогноза-оповещения и предотвращения возникновения аварийных ситуаций с процессом связанным с селевыми явлениями необходимо периодически проводить мониторинг опасных геологических процессов в зонах их активности. В дальнейшем, как показано в нашей работе, составление карт селеопасности бассейнов в активных районах принесло бы большую пользу при строительстве различных объектов в зонах поражения селевых бассейнов, а также для обеспечения безопасности состояния инженерных сооружений, прочих хозяйственных объектов, экосистем, и жизнедеятельности людей (рисунок 3).

**Выводы.** По результатам аналитической обработки данных, полученных на основе материалов натурных маршрутных обследований и архивных материалов, составлена карта селевых бассейнов р. Черек, что позволяет выявить степень пораженности территории ими.

Активизация опасных геологических процессов может оказать отрицательное воздействие на их развитие, поэтому для своевременного прогноза-оповещения и предотвращения возникновения аварийных ситуаций, способных причинить социально-экономический ущерб, необходимо периодически проводить мониторинг опасных геологических процессов в зонах активности селевых потоков.





### Список использованных источников

- 1 Разумов, В. В. Кадастр лавинно-селевой опасности Кабардино-Балкарской Республики / В. В. Разумов. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 64 с.
- 2 Флейшман, С. М. Сели / С. М. Флейшман, В. Ф. Перов. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 127 с
- 3 Кадастр селевой опасности Юга Европейской части России / Н. В. Кондратьева [и др.]. – М.; Нальчик: Феория, 2015. – 148 с.
- 4 Анахаев, К. Н. Определение параметров механики потенциальных потоков / К. Н. Анахаев // Гидротехническое строительство. – 2006. – № 6. – С. 20–21.
- 5 Физика облаков и активные воздействия. Склоновые процессы. Экологические проблемы. Загрязнение окружающей среды: сб. науч. тр. / Высокогорный геофизический институт. – Вып. 100. – Уфа: Аэтерна, 2017. – 184 с.
- 6 Запорожченко, Э. В. Необычный сель на р. Куллумкол-суу / Э. В. Запорожченко // Метеорология и гидрология. – 1985. – Вып. 12. – С. 106.
- 7 Непорожный, П. С. Защита гидроэлектростанции от селевых потоков: учеб. пособие / П. С. Непорожный; ред. М. Ф. Срибный. – М.; Л.: Гос. энергет. изд-во, 1947. – С. 74–75.
- 8 Флейшман, С. М. Сели / С. М. Флейшман. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 312 с.
- 9 Методические рекомендации по обеспечению противоселевой безопасности объектов экономики / под ред. К. Н. Анахаева. – Нальчик: ВГИ, 2016. – 60 с.
- 10 Оценка интенсивности проявления экзогенных геологических процессов при инженерно-геологическом картировании / А. И. Шеко [и др.] // Труды ВНИИ гидрогеологии и инженерной геологии. – 1971. – Вып. 43. – С. 71–77.

### References

- 1 Razumov V.V., 2001. *Kadastr lavinno-selevoy opasnosti Kabardino-Balkarskoy Respubliki* [Cadastr of Avalanche and Mudflow Hazards of the Kabardino-Balkari Republic]. Saint Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 64 p. (In Russian).
- 2 Fleischman S.M., Perov V.F., 1986. *Seli* [Debris Flows]. Moscow, Moscow State University Publ., 127 p. (In Russian).
- 3 Kondrat'eva N.V. [et al], 2015. *Kadastr selevoy opasnosti Yuga Evropeyskoy chasti Rossii* [Cadastr of Mudflow Hazard in the South of the European part of Russia]. Moscow; Nal'chik, Feoria Publ., 148 p. (In Russian).
- 4 Anakhaev K.N., 2006. *Opredelenie parametrov mekhaniki potentsial'nykh potokov* [Determination of parameters of the mechanics of potential flows]. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydraulic Engineering], no. 6, pp. 20-21. (In Russian).
- 5 *Fizika oblakov i aktivnye vozdeystviya. Sklonovye protsessy. Ekologicheskie problemy. Zagryaznenie okruzhayushchey sredy: sb. nauch. tr.* [Cloud Physics and Active Influences. Slope Processes. Environmental Problems. Pollution: proceed.]. Mountain Geophysical Institute, vol. 100, Ufa, Aethern Publ., 2017, 184 p. (In Russian).
- 6 Zaporozhchenko E.V., 1985. *Neobychnyy sel' na r. Kullumkol-suu* [The unordinary debris on the river Kullumkol-suu]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], vol. 12, pp. 106. (In Russian).
- 7 Neporozhny P.S., 1947. *Zashchita gidroelektrostantsii ot selevykh potokov: ucheb. posobie* [Protection of Hydroelectric Station from Mudflows: study guide]. Moscow; Leningrad, State Energy Publ., pp. 74-75. (In Russian).
- 8 Fleischman S.M., 1978. *Seli* [Debris Flows]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 312 p. (In Russian).



9 Anakhaev K.N., 2016. *Metodicheskie rekomendatsii po obespecheniyu protivosele-voy bezopasnosti ob"ektov ekonomiki* [Methodical recommendations on ensuring mudflow protection of economic facilities]. Nal'chik, WGI, 60 p. (In Russian).

10 Sheko A.I. [et al.], 1971. *Otsenka intensivnosti proyavleniya ekzogennykh geologi-cheskikh protsessov pri inzhenerno-geologicheskoy kartirovani* [Assessment of the intensity of manifestation of exogenous geological processes during engineering-geological mapping]. *Trudy VNII gidrogeologii i inzhenernoy geologii* [Proceed. Institute of Hydrogeology and Engineering Geology], vol. 43, pp. 71-77. (In Russian).

---

**Акшаяков Заур Тахирович**

Должность: научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное учреждение «Высокогорный геофизический институт»

Адрес организации: пр-т Ленина, 2, г. Нальчик, КБР, Российская Федерация, 360030

E-mail: Akzaur@yandex.ru

**Akshayakov Zaur Takhirovich**

Position: Researcher

Affiliation: Mountain Geophysical Institute

Affiliation address: ave. Lenina, 2, Nalchik, KBR, Russian Federation, 360030

E-mail: Akzaur@yandex.ru

**Анахаев Хасан Аубекирович**

Должность: научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное учреждение «Высокогорный геофизический институт»

Адрес организации: пр-т Ленина, 2, г. Нальчик, КБР, Российская Федерация, 360030

E-mail: Axa.1986@yandex.ru

**Anakhaev Hassan Aubakirovich**

Position: Researcher

Affiliation: Mountain Geophysical Institute

Affiliation address: ave. Lenina, 2, Nalchik, KBR, Russian Federation, 360030

E-mail: Axa.1986@yandex.ru

**Баттаев Аскер Шамилевич**

Должность: инженер-эколог

Место работы: федеральное государственное бюджетное учреждение «Высокогорный геофизический институт»

Адрес организации: пр-т Ленина, 2, г. Нальчик, КБР, Российская Федерация, 360030

E-mail: asker.battaev1990@mail.ru

**Battaev Askar Shamilevich**

Position: Engineer-Ecologist

Affiliation: Mountain Geophysical Institute

Affiliation address: ave. Lenina, 2, Nalchik, KBR, Russian Federation, 360030

E-mail: asker.battaev1990@mail.ru