

Научная статья
УДК 504.056; 873.33.31.23
<https://doi.org/10.37493/2308-4758.2024.1.6>

ПОДВЕРЖЕННОСТЬ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН ОБВАЛЬНО-ОСЫПНЫМ ПРОЦЕССАМ

Виктор Владимирович Разумов^{1*},
Наталья Дмитриевна Богданова²,
Ризуан Османович Калов³,
Наталья Викторовна Разумова⁴,
Павел Маркович Полян⁵

- ^{1,3} Высокогорный геофизический институт Росгидромета (пр. Ленина, д. 2, г. Нальчик, 360030, Российская Федерация)
² Институт геотехники и инженерных изысканий в строительстве (ул. 1-я Машиностроения, д. 5, г. Москва, 115088, Российская Федерация)
⁴ Российские космические системы Роскосмоса (ул. Авиамоторная, д. 53, г. Москва, 111250, Российская Федерация)
⁵ Институт географии РАН (пер. Старомонетный, 29/4, г. Москва, 119017, Российская Федерация)

- ¹ razumov_vv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8099-6976>
² bogdanova@igiis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3983-0373>
³ calov.r@yandex.ru
⁴ razumova-nv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3266-7494>
⁵ pavel.polian@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку.

Аннотация.

Объектом исследования является обвально-осыпная деятельность в Республике Дагестан. В работе рассмотрены результаты систематизации и анализа различных источников, содержащих информацию об активности и опасности проявления обвально-осыпных процессов в населенных пунктах республики за 2004–2022 гг. Охарактеризованы условия, причины, активность и опасность обвально-осыпных проявлений на их территории. Определена роль природного и техногенного факторов в развитии данного процесса и его очевидная приуроченность к зимне-весенне-летнему периоду года (время снеготаяния и выпадения аномального количества осадков). Выявлено 46 населенных пунктов (в 21 административном районе республики), где произошли значимые обвально-осыпные активизации за изучаемый период времени. Большинство этих сельских поселений расположено в низко- и среднегорной частях республики. Наибольшее количество пострадавших (от изучаемых процессов) населенных пунктов расположено в Цумадинском и Ахвахском административных районах республики. Отмечено, что в период с 2004 по 2022 гг.

наибольшая обвально-осыпная активность отмечалась в 2014 г., а очень слабая степень наблюдалась в 2010, 2013 и 2021 гг. В 2006, 2017 и 2019 гг. обвальные процессы в населенных пунктах республики не были зафиксированы. Наиболее катастрофические обвально-осыпные процессы за изучаемый период времени наблюдались в селах Хебда и Голотль Шамильского района. В статье приводятся сведения о масштабах произошедших обвальных деформаций и разрушений жилой инфраструктуры на территории населенных пунктов. Анализ социально-экономических последствий от произошедших обвально-осыпных активизаций позволяет говорить о довольно значительной степени их опасности для жизнедеятельности населения в горной части республики.

Ключевые слова: обвально-осыпные процессы, обвалы и осыпи, активность, опасность, проявление, населенные пункты

Для цитирования: Разумов В. В., Богданова Н. Д., Калов Р. О., Разумова Н. В., Полян П. М. Подверженность населенных пунктов Республики Дагестан обвально-осыпным процессам // Наука. Инновации. Технологии. 2024. № 1. С. 115–140. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2024.1.6>

Конфликт интересов: один из авторов статьи — доктор географических наук, профессор Разумов Виктор Владимирович является членом редакционной коллегии журнала «Наука. Инновации. Технологии». Авторам неизвестно о каком-либо другом потенциальном конфликте интересов, связанном с этой рукописью.

**Статья поступила в редакцию 06.04.23
одобрена после рецензирования 09.06.23
принята к публикации 06.12.23**

1.6.21.

Geoeology (Geographical Sciences)
Research article

Exposure of the settlements in the Republic of Dagestan to landslide processes

**Viktor V. Razumov^{1*}, Natalia D. Bogdanova²,
Rizuan O. Kalov³, Natalia V. Razumova⁴,
Pavel M. Polyan⁵**

^{1,3} High-Mountain Geophysical Institute of Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Rosgidromet) (2, Lenin ave., Nalchik, 360030, Russian Federation)

² Institute of Geotechnics and Engineering Surveys in Construction (5, 1st Mashinostroeniya St., Moscow, 115088, Russian Federation)

⁴ Russian Space Systems of Roscosmos (53, Aviamotornaya St., Moscow, 111250, Russian Federation)

⁵ Institute of Geography of Russian Academy of Sciences (29/4, Staromonety lane, Moscow, 119017, Russian Federation)

- 1 razumov_vv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8099-6976>
2 bogdanova@igiis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3983-0373>
1 calov.r@yandex.ru
3 razumova-nv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3266-7494>
4 pavel.polian@gmail.com
* Corresponding author

Abstract.

The object of the study is the landslide activity in the Republic of Dagestan. The paper considers the results of systematization and analysis of various sources containing information on the activity and danger of landslide processes in the settlements of the republic for 2004–2022. The conditions, causes, activity and danger of landslide manifestations on their territory are characterized. The role of natural and man-made factors in the development of this process and its obvious timing to the winter-spring-summer period of the year (the time of snowmelt and abnormal precipitation) is determined. 46 settlements were identified (in 21 administrative districts of the republic), where significant landslides occurred over the period under consideration. Most of these rural settlements are located in the low and middle mountainous parts of the republic. The largest number of affected settlements (from the studied processes) are located in the Tsumadinsky and Akhvakhsky administrative districts of the republic. It is noted that in the period from 2004 to 2022, the greatest landslide activity was observed in 2014, and a very weak degree was observed in 2010, 2013 and 2021. In 2006, 2017 and 2019, landslides in the settlements of the republic were not recorded. The most catastrophic landslide processes over the studied period of time were observed in the villages of Hebda and Golotl in the Shamil district. The article provides information on the scale of the collapse deformations and destruction of residential infrastructure on the territory of settlements. The analysis of the socio-economic consequences of the landslide allows us to speak about a fairly significant degree of their danger to the life of the population in the mountainous part of the republic.

Keywords:

landslide processes, landslides and scree, activity, danger, manifestation, settlements

For citation:

Razumov VV, Bogdanova ND, Kalov RO, Razumova NV, Polyan PM. Exposure of the settlements in the Republic of Dagestan to landslide processes. *Science. Innovations. Technologies*. 2024;(1):115–140. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2024.1.6>

Conflict of interest:

one of the authors of article — Viktor V. Razumov, Dr. Sci. (Geogr.), Professor, is a member of editorial board of journal “Science. Innovations. Technologies”. The authors are not aware of any other potential conflict of interest relating to this manuscript.

The article was submitted 06.04.2023;
approved after reviewing 09.06.2023;
accepted for publication 06.12.2023.

Введение

Под обвалами и осыпями, согласно части II «Правил производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов» СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства», понимается обрушение (опрокидывание, падение, качение) масс горных пород на склоне (в виде крупных и мелких глыб – обвалы; щебня и дресвы – осыпи) в результате их отрыва от коренного массива. Обвалы образуются на склонах крутизной более 45° , а осыпи – на склонах, крутизна которых в основном превышает 30° [1, 2]. Обвально-осыпные процессы происходят в результате ослабления связности горных пород под воздействием процессов выветривания, подмыва, растворения и действия сил тяжести. Условия образования и характер развития обвально-осыпных процессов подробно описаны в научной литературе.

Обвально-осыпные процессы в горных районах представляют значительную угрозу населенным пунктам, хозяйственным объектам и отдельным инженерным сооружениям, затрудняют строительство и эксплуатацию автодорог, перекрывают русла рек и играют большую роль в формировании и подпитывании селевых потоков. На Северном Кавказе активизация обвально-осыпных процессов происходит главным образом весной и связана, как правило, с сильным увлажнением пород в периоды снеготаяния и ливневых осадков. В летние месяцы, во время интенсивного таяния ледников, активизация обвалов и осыпей наблюдается в высокогорно-нивальном зоне. Значительные по объемам обвалы могут быть также вызваны сейсмотектоническими факторами [3–5].

Интенсивность развития обвально-осыпных процессов на территории Республики Дагестан обусловлена многими факторами, основными из которых являются геологическое строение (литологический состав пород, их тектоническая раздробленность и др.), значительная расчлененность рельефа, большая крутизна склонов, степень задернованности (залесенности) склонов, высокая сейсмичность и особенности климатических условий [3, 6–8 и др.]. Активность обвально-осыпных процессов усиливается при техногенном воздействии на склоны (подрезка и проведение буровзрывных работ и др.), что приводит к нарушению устойчивости склонов. Вы-

сокая сейсмическая активность в горной части Дагестана во многих случаях является причиной образования многочисленных крупных обвалов. Так, например, во время Дагестанского землетрясения (14 мая 1970 г.) на территории республики активизировались десятки обвально-осыпных участков [9]. Наибольшая обвально-осыпная активизация на территории республики отмечается в основном в весенне-летний период.

Наиболее развиты обвально-осыпные процессы в высокогорных частях Дагестана (пораженность территории достигает 60–100 %); в средне- и низкогорной зонах активность этих процессов значительно уменьшается (пораженность 10–20 %). Исключение составляют бассейны рек Каракойсу и Ахтычай, где пораженность склонов на всем протяжении очень высокая (40–100 %) [10]. На территории республики выявлен 621 обвально-осыпной участок с суммарной площадью проявления обвально-осыпных процессов более 9 тыс. км². Широкое развитие получили обвальные процессы объемом от первых десятков м³ до первых сотен тыс. м³ [11–17]. Обвалоопасными являются сильно трещиноватые коренные породы (известняки и песчаники), слагающие отвесные эскарпы, а также грубообломочные слабосвязные отложения на крутых склонах и в бортах рек [18]. Осыпные процессы на территории республики распространены значительно шире, однако большой угрозы они не представляют вследствие их медленного развития. Большинство зарегистрированных осыпных проявлений находятся в относительно стабильном состоянии, и область их транзита небольшая (несколько десятков метров) [4, 9, 17].

В потенциальной зоне воздействия обвально-осыпных процессов на территории республики находятся 95 населенных пунктов, большинство из которых расположено в среднегорной части республики (села Гуниб, Лологонитль, Хебда, Голотль и др.) (рис. 1) [11–17, 19].

Крупные обвалы известны в районе сел Унцукуль, Чаида, Игали, Карадах (объем каждого – 10–30 тыс. м³). В сентябре 1981 г. у северо-западной окраины села (с.) Чох Гунибского района произошел обвал объемом 48 тыс. м³. Известен сейсмообвал (200 тыс. м³) у села Ашильта Унцукульского района [9, 10, 20]. В настоящее время

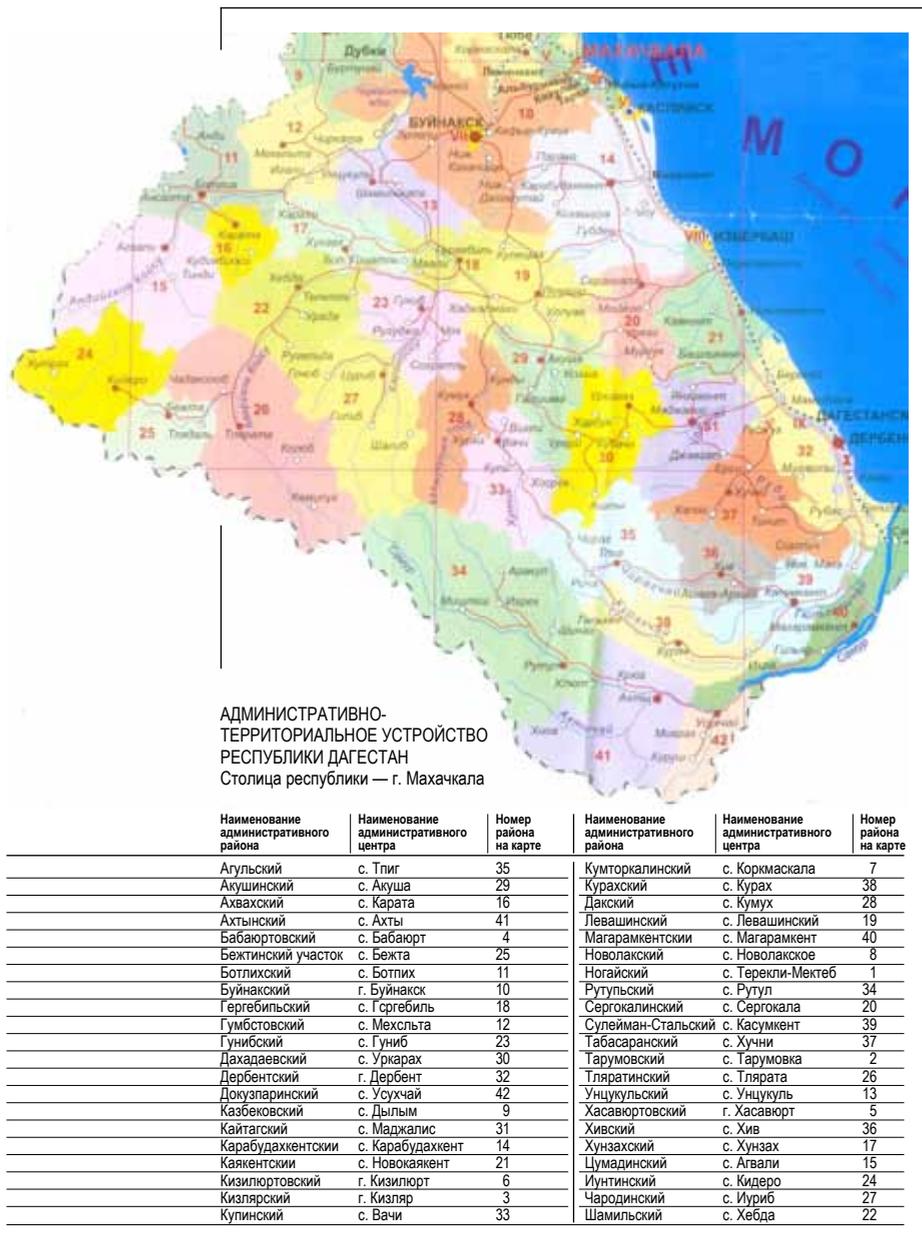


Рис. 1.

Карта административно-территориального устройства предгорной и горной частей Республики Дагестан.
https://kartoman.ru/wp-content/uploads/2012/02/karta_dagestana_po_raionam.jpg

Fig. 1. Map of the administrative-territorial structure of the foothill and mountainous parts of the Republic of Dagestan
https://kartoman.ru/wp-content/uploads/2012/02/karta_dagestana_po_raionam.jpg

обвальный процесс развивается в западной части поселка (п.) Тарки (г. Махачкала), где в зоне возможного негативного воздействия процесса находятся жилые дома. Сохраняется опасность обрушения скальных пород над селами Телетль и Батлух Шамильского района, Аракани Унцукульского района, Цада Хунзахского района и многих других.

Целью настоящего исследования является оценка степени активности и опасности проявления обвально-осыпных процессов в населенных пунктах Республики Дагестан за период 2004–2022 гг.

Одними из основных задач, решаемых в данной работе, являются:

- характеристика основных условий и причин активизации обвально-осыпных процессов на территории республики;
- изучение активности и опасности проявления этих процессов в населенных пунктах республики за 2004–2022 гг.

Материалы и методика исследований

Ключевым методом, применяемым в данной работе, стал анализ различных материалов, содержащих информацию об активности проявления обвально-осыпных процессов в населенных пунктах Республики Дагестан. В качестве основных использовались литературные источники и опубликованные данные Центра государственного мониторинга состояния недр (ГМСН) ФГБУ «Гидроспецгеология» [11–16]. Обобщение и систематизация собранного материала с единых методических позиций позволили достаточно достоверно оценить активность и опасность проявления обвально-осыпных процессов в населенных пунктах Республики Дагестан.

При характеристике режима активизации обвально-осыпных процессов в данной работе использовались среднескользящие значения активности (количество обвально-осыпных проявлений в год). Для Республики Дагестан такими средними значениями, являются 16 ± 4 (12–20) проявлений в год. Обвально-осыпную активность в пределах указанных диапазонов принято считать умеренной

или близкой к среднемуголетней. В случае падения ниже нижнего порога активность оценивается как низкая, а при увеличении выше верхнего – как повышенная. При превышении средних значений в 1,5–2 раза и более активность считается высокой [12].

В исследовании дополнительно были использованы следующие материалы (далее – отчеты):

- отчет по объекту 60-4 «Ведение государственного мониторинга состояния недр территории Южного федерального округа в 2005–2007 гг.». Книга 1 (ЮРЦ ГМСН ФГБУ «Гидроспецгеология», Ессентуки, 2007);
- отчет о результатах работ по объекту 6-06/07 «Ведение государственного мониторинга состояния недр территории Южного федерального округа в 2008–2010 гг.». Книга 2 (ЮРЦ ГМСН ФГБУ «Гидроспецгеология», Ессентуки, 2011);
- геологический отчет по объекту «Государственный мониторинг состояния недр территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов в 2011–2013 гг.». Книга 2 (ЮРЦ ГМСН ФГБУ «Гидроспецгеология», Ессентуки, 2013);
- геологический отчет о результатах выполненных работ по объекту «Государственный мониторинг состояния недр территории Северо-Кавказского ФО в 2014–2015 гг.». Книга 1 (ЮРЦ ГМСН ФГБУ «Гидроспецгеология», Ессентуки, 2015).

Необходимо отметить, что за исследуемый период ведение государственного мониторинга состояния недр (ГМСН) на территории Республики Дагестан осуществлялось организациями ГУП РЦ «Дагестангеомониторинг» и ООО «Даггеомониторинг» под методическим руководством Южного регионального центра ГМСН ФГБУ «Гидроспецгеология».

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенный нами анализ показал, что за изучаемый период времени на территории республики произошло более 300 значимых обвально-осыпных проявлений. Наибольшее их количество (85 %) наблюдалось на автодорогах, около 15 % активизаций было зафиксировано в населенных пунктах республики. Основными факторами активизации обвально-осыпных процессов за изучаемый период стали гидрометеорологические явления. Большая часть проявлений была приурочена к участкам техногенного воздействия на геологическую среду, где идет интенсивное освоение территории, связанное со строительством хозяйственных объектов.

Приведем результаты анализа активности и опасности произошедших обвально-осыпных активизаций в населенных пунктах Республики Дагестан с 2004 по 2022 гг.

В 2004 г. активность обвально-осыпных процессов на территории республики оценивалась на уровне среднемноголетних значений. Всего было зафиксировано 16 проявлений, из них шесть в населенных пунктах республики. Так, камнепады фиксировались в селах Тлярата Тляротинского района, Сагада Цунтинского района, Эчеда Цумадинского района, Читль Гумбетовского района, Усучай Докузпаринского района. В селе (с.) Голотль Шамильского района, где проживает более двух тысяч жителей, в результате активизации обвального процесса были повреждены два домостроения и хозяйственные постройки. Здесь, обвалоопасный склон, сложенный доломитизированными известняками с редкими прослоями глины, протягивается над селом на 400–600 м вдоль северо-восточной окраины села и расположен в 100 м от границы застройки.

В 2005 г. обвально-осыпная активность на большей части горного и предгорного Дагестана была низкой и только по отдельным районам близкая к среднемноголетним значениям. Произшедшие обвалы по объему были небольшие – от 1,5 до 5 тыс. м³. Всего на территории республики в этом году было зафиксировано девять случаев активизации обвальных процессов, в том числе и в селах Местерух и Лологонитль Ахвахского района, где обвальными массами было разрушено несколько домостроений. В зоне угрозы обвально-осыпных процессов находились жилые дома в с. Ягдыг Табасаранского района, здание новой школы и домостроения в южной

части с. Цибари Цунтинского района, жилые дома юго-западной части с. Новолакское Новолакского района, а также 16 домов в с. Гигих Цумадинского района.

В **2006 г.** отмечалась низкая активность обвально-осыпных процессов на территории республики. Всего было зарегистрировано шесть активных обвально-осыпных участков. В населенных пунктах значимых проявлений обвального процесса не наблюдалось.

В **2007 г.** на территории республики наблюдался средний уровень обвально-осыпной активности. Всего было зарегистрировано 15 активных обвально-осыпных участков, из которых четыре активизировались в населенных пунктах республики. В апреле крупный обвал (объемом более 10 тыс. м³) был зафиксирован на южной окраине с. Смугул Ахтынского района. Ширина обвалоопасного участка склона составила 50 м, протяженность (зона транзита) – 60–70 м, размеры отдельных глыб достигали 1,5х5 м. Обвалом были разрушены хозпостройки и сильно поврежден жилой дом, в зоне угрозы развития обвального процесса находилось 10 жилых домов. В с. Гуниб Гунибского района обвальными массами был разрушен жилой дом и 20 м подпорной стены на обочине внутрисельской дороги. В Кулинском районе обвалившимися горными породами были разрушены и деформированы жилые домостроения и хозяйственные постройки в с. Кули, а в с. Цовкра-1 разрушено 15 м подпорной стенки и деформировано 400 м внутрисельской автодороги. В этом же году в зоне угрозы развития обвального процесса оказались жилые дома северной окраины с. Ингердах, южной и северной окраин с. Кудиябросо Ахвахского района.

В **2008 г.** активность обвально-осыпных процессов на территории республики была низкой. Всего было зафиксировано восемь проявлений, от схода обвальных масс пострадало два населенных пункта республики. Так, 29 января в с. Кудиябросо Ахвахского района на скальном обрыве эскарпа, сложенного доломитизированными известняками, произошел обвал пород (объем – около 14 тыс. м³). Следует отметить, что активность обвального процесса здесь отмечается с 1997 г., последнее значительное обрушение пород произошло в 2002 г. Причиной такой периодической активизации являются постоянно сдвигающие (скальвающие) составляющие силы



Рис. 2.

Разрушенное домостроение, в результате скального обвала, в с. Кудиябросо (Ахвахский район), 2008 г. Фото ГУП РЦ «Дагестангеомониторинг».

Fig. 2. Destroyed housing construction, as a result of a rock collapse, in the village of Kudiyabroso (Akhvakhsy district), 2008. Photo by SUE RC "Dagestangeomonitoring".

тяжести и временно действующие силы гидростатического давления воды, а также сейсмические толчки, возникающие при землетрясениях. Обвалоопасный склон здесь протянулся на 1500 м вдоль северо-восточной окраины селения. Зона обвального поражения в с. Кудиябросо в 2008 г. составила 450–500 м. Поверхность склона была повсеместно покрыта глыбами известняка размером от 0,5 до 2,5–3 м в поперечнике, большинство из которых находились в неустойчивом состоянии. В результате активизации были разрушены 14 домостроений и хозяйственных построек, более 50 зданий и кладбище находились в обвалоопасной зоне (рис. 2).

Обвальная активизация наблюдалась 29 февраля и на северо-западной окраине п. Тарки (г. Махачкала), где скальными породами (объем отдельных глыб достигал 50–75 м³) была разрушена насосная станция. Участок развития обвальных процессов представляет



Рис. 3. Обвалоопасный скалистый склон и зона транзита обвала, сформировавшегося 4 марта 2009 г. в районе с. Голотль (Шамильский район). Фото ГУП РЦ «Дагестангеомониторинг».

Fig. 3. The collapse-prone rocky slope and the transit zone of the collapse formed on March 4, 2009 in the area of the village of Golotl (Shamil district). Photo SUE RC "Dagestangeomonitoring".

собой скальный обрыв и крутые склоны высотой более 50 м, господствующие над домостроениями п. Тарки. В потенциально опасной обвальной зоне находилось пять домостроений, линия водопровода. Основным фактором обрушения обломочно-глыбового материала явилось физическое выветривание горных пород, слагающих массив.

В 2009 г. обвально-осыпная активность на территории республики оценивалась на уровне прошлого года. Также, было зафиксировано восемь обвальных проявлений, из них четыре в населенных пунктах республики. В результате выпадения в конце февраля ано-

мального количества атмосферных осадков, 4 марта опять активизировался обвальный процесс на северо-западной окраине с. Голотль Шамильского района. Обвал пород произошел в скальном обрыве куэсты, сложенной верхнеюрскими известняками (рис. 3).

Активизация гравитационных процессов, вызвавшая чрезвычайную ситуацию (ЧС) местного масштаба, привела к разрушению трех домовладений и 650 м автодороги. Объем обвалившихся масс составил 30 тыс. м³, размеры отдельных глыб известняка достигали 0,5–2,5 м³. Часть глыбово-щебнистого материала была задержана деревьями на окраине с. Голотль. В потенциально обвалоопасной зоне находилось около 20 жилых домов, сельская школа, хозпостройки. Следует отметить, что впервые значимая активизация обвального процесса здесь была зафиксирована в 2004 г. После выпадения аномально высокого количества атмосферных осадков, 21 марта было зафиксировано развитие обвального процесса в с. Мисси Агульского района. Обвально-осыпными массами (объем – около 25 тыс. м³) было разрушено два дома и частично школа, деформировано и засыпано около 710 м полотна внутрисельской автодороги. 15 июня активизировался обвальный процесс на восточной окраине с. Гочоб Чародинского района. На обвальном склоне (ширина обвального участка – 700 м, длина – 150 м) находились раздробленные открытыми трещинами неустойчивые глыбы объемом 1–2 м³. В зоне воздействия обвального процесса находились жилые дома юго-восточной окраины селения. Аномальное выпадение атмосферных осадков в осенний период этого же года привело к активизации 9 декабря обвального процесса в под-эскарповой зоне горы Тарки-Тау в п. Тарки (г. Махачкала). В результате активизации произошло обрушение нескольких неустойчивых глыб объемом от 1 до 20 м³. Отдельной глыбой (объем – 15 м³) были разрушены хозяйственные пристройки и жилое помещение. В обвалоопасной зоне оказались 10 домостроений и хозяйственные пристройки.

В 2010 г. активность обвально-осыпных процессов на территории республики оценивалась на уровне среднемноголетних значений. Всего было зафиксировано 15 проявлений, из них одно – в с. Гимры Унцукульского района, где 12 января обвальными массами



Рис. 4. Последствия обвала в с. Хебда (Шамильский район), 2011 г. Фото ГУП РЦ «Дагестангеомониторинг».

Fig. 4. Consequences of the collapse in the village of Hebda (Shamil district), 2011 Photo SUE RC "Dagestangeomonitoring".

(объем – 110 м³) был разрушен жилой дом. В потенциально обвалоопасной зоне находились 26 домов и хозяйственные постройки. Причиной активизации послужили атмосферные осадки и выветривание пород.

В 2011 г. обвально-осыпная активность на территории республики была низкой. Всего было выявлено восемь активных обвально-осыпных участков, из них три в населенных пунктах республики. Так, 7 марта, после выпадения атмосферных осадков, в с. Миарсо Ботлихского района обвальными процессами был разрушен один дом и 10 домов деформировано. В с. Хебда Шамильского района крупное проявление обвального процесса, произошедшее 15 июля, привело к ЧС локального уровня. В результате обвальной активизации был разрушен 1 дом, 3 сарая, 120 м линии электропередачи (ЛЭП), 150 м водовода и 100 м автодороги (рис. 4). Обвал образовался в трещиноватых песчаниках. Общая площадь участков, охваченных обвальной

активизацией, составила 1500 м². Причиной активизации послужили атмосферные осадки, выпавшие в июле месяце.

В сентябре при активизации обвальных процессов пострадало с. Тлисси Ахвахского района, где срыв скальных пород со склона над селом привел к деформации пяти домов и разрушению двух. Причиной активизации послужило выпадение атмосферных осадков.

В 2012 г. на территории республики зафиксированы среднемноголетние значения активности обвально-осыпных процессов. Всего было выявлено 12 проявлений, из них два в населенных пунктах республики. Так, в июне произошел обвал пород в с. Гигих (Цумадинский район), расположенном у подножья обвалоопасного эскарпа куэсты, выработанного в песчаниках. Относительное превышение верхней части обвального участка над населенным пунктом здесь составляет 600–700 м, наклон поверхности склона достигает 30–35°. Породы выветрелые, разбиты трещинами на отдельности от 3 до 10 м. Оторвавшиеся глыбы песчаника были смещены на 7–8 м от основного массива по направлению падения склона. Оставшиеся на склоне глыбы находились в неустойчивом состоянии и угрожали 16 жилым домам, находящимся у подножия склона. Площадь обвалоопасной зоны составляла около 20 тыс. м². В с. Хулиσμα Лакского района из-за переувлажнения слабосвязных делювиально-коллювиальных отложений и сильно трещиноватых коренных пород 17 августа произошел обвал (площадь обвального участка – около 3 тыс. м²). Обвалившимися массами (объем – 2500 м³) было разрушено два дома, пять хозяйственных построек, 200 м водовода и 150 м внутрисельской автодороги.

В 2013 г. на территории республики отмечалась средняя активность обвально-осыпного процесса. Всего было зафиксировано 13 проявлений, из них одно (в конце июля) в поселке сельского типа (пст.) Цада Хунзахского района. Здесь неустойчивый обвальный массив (длина – 18 м, ширина – 13 м, высота – 15 м, объем – 3,5 тыс. м³) угрожал жилым домам, расположенным на северной окраине селения. В зоне возможного воздействия находится дом-музей им. Гамзата Цадасы, здание соцкультбыта, более 10 жилых домов, хозпостройки и приусадебные участки.

Наиболее высокая обвально-осыпная активность, обусловленная в основном выпадением атмосферных осадков наблюдалась на территории республики в **2014 г.**, когда было зафиксировано 29 обвально-осыпных проявлений, из них девять в населенных пунктах республики. Так, 14 февраля на северо-восточной окраине с. Карчаг Сулейман-Стальского района было отмечено развитие обвального процесса (длина обвального склона – 80 м, ширина – 20 м, высота – 25-30 м, объем – 48 тыс. м³). Обвальными массами, сложенными мощной толщей глинистых отложений, было разрушено 20 м оросительного канала, деформировано 10 м полотна автодороги и пять домостроений. Оставшиеся на этом участке неустойчивые и отделившиеся от основного массива глыбы и блоки, объемом от 1–10 до 20–30 м³, в дальнейшем могут обрушиться даже при сотрясениях менее 5 баллов по шкале МСК-64. 6 марта после выпадения атмосферных осадков и разгрузки грунтовых вод произошла активизация обвального процесса в с. Ахты (участок улицы Байрамова) Ахтынского района. В результате обрушения горных пород (площадь – 210 м², объем – 3,2 тыс. м³, высота террасы – 15–17 м) были деформированы два домостроения, 70 м внутрисельской автодороги и ЛЭП.

Разгрузка грунтовых вод и выпавшие атмосферные осадки привели к активизации 20 марта обвального участка в пст. Ашар Курахского района. Обвальными отложениями (длина обвального склона – 50 м, ширина – 5 м, высота террасы – 10 м, объем – 2,5 тыс. м³) здесь было деформировано четыре жилых дома и 50 м автодороги. 21 марта, опять же после выпадения атмосферных осадков и разгрузки грунтовых вод, была отмечена угроза обвалов и разрушения домостроений в трех селах Рутульского района (Рутул, Куфа, Кича). В с. Рутул обвальными массами было деформировано 250 м оросительного канала. В зоне воздействия обвального процесса (длина обвального склона – 4 м, ширина – 250 м, объем – 3,0 тыс. м³, высота террасы – 3 м) также находились жилые дома с приусадебными участками. В с. Куфа в обвалоопасной зоне (длина обвального участка – 5 м, ширина – 150 м, объем – 1,5 тыс. м³) находилось около 12 жилых домов с приусадебными участками. В с. Кича в зоне воздействия обвального процесса (длина обвального участка – 4 м, ширина – 70 м, объем – 840 м³, высота террасы – 3 м) находилось около

15 жилых домов с приусадебными участками и сельскохозяйственные угодья. В пст. Унчукатль Лакского района 5 июня обвальными массами (длина обвального склона – 50 м, ширина – 10 м, высота – 10 м, объем – около 5,0 тыс. м³) было деформировано три домостроения с хозяйственными постройками.

С июня неустойчивый обвальный массив (глыба размерами 18×13×15 м, объем – 3,5 тыс. м³) опять угрожал жилым домам, расположенным на северной окраине пст. Цада Хунзахского района. Площадь обвалоопасной зоны составляла 2,0 тыс. м². В зоне возможного воздействия находился дом-музей им. Гамзата Цадасы, здание соцкультбыта, более 10 жилых домов, хозпостройки и приусадебные участки. В октябре, в пст Ансалта Ботлихского района обвальным процессом было разрушено одно домостроение. 10 ноября выпавшие дожди вызвали обрушение небольшой части обвального склона (длина обвального склона – 800 м, ширина – 350 м, глубина захвата – 3 м) в с. Мисси Агульского района, при обвале была деформирована пристройка школы.

В 2015 г. активность обвально-осыпных процессов в высокогорной и предгорной областях республики была высокая, в среднегорной области – низкая, а в среднем по республике оценивалась как средняя. Всего было выявлено 16 активных проявлений, в том числе активизация обвального процесса произошла в двух населенных пунктах республики. Так, 17 января в с. Хучни Табасаранского района обвальными массами (площадь – 450 м², объем – 2,25 тыс. м³, высота 5 м) было деформировано 30 м газопровода, а 23 января активизация обвального процесса произошла на северо-западной окраине п. Тарки (г. Махачкала) (предыдущие проявления фиксировались в 2008 и 2009 гг.). На поверхности склона (крутизной 45–50°) находились оторванные от скального массива неустойчивые глыбы (объем – 75 м³). В потенциально опасной обвальной зоне расположены частные домостроения и здание насосной станции.

В 2016 г. активность обвально-осыпных процессов на территории республики оценивалась выше среднесноголетних значений: в предгорной зоне – средняя, в среднегорной – высокая, в высокогорной – очень высокая активность. В этом году было выявлено 22 активных проявления, из них два – в населенных пунктах Цу-

мадинского района (после выпадения атмосферных осадков). Так, 20 июля в пст. В. Инхоквари обвальными массами (длина обвального массива – 120 м, ширина – 30 м, глубина захвата – 3 м, объем – 10,8 тыс. м³) было деформировано пять домостроений, а 26 июля в пст. Кочали были деформированы внутрисельская автодорога (50 м) и газопровод (20 м). Длина обвального массива над поселком составляет 300 м, ширина – 200 м, глубина захвата – 2 м, объем – 120 тыс. м³. В зоне непосредственной обвальной опасности находились домостроения, сады, автозаправочная станция и ЛЭП.

В **2017 г.** обвально-осыпная активность на территории республики была средней. Всего было выявлено 14 активных проявлений, однако в населенных пунктах значимых активизаций обвального процесса не наблюдалось.

В **2018 г.** активность обвально-осыпных процессов на территории республики оценивалась как высокая. Всего было выявлено 27 активных проявлений, в том числе активизации наблюдались в трех населенных пунктах. Так, 29 июня произошли обвалы на двух участках в с. Тонох-Кули Тляратинского района. На западной окраине села обвальными массами (длина – 200 м, ширина – 4 м, объем – 4,0 тыс. м³) было деформировано 200 м внутрисельской автодороги, а на северо-западной окраине – обвалом (длина – 20 м, ширина – 4 м, объем – 80 м³) было деформировано 20 м внутрисельской автодороги. 2 октября в с. Куба Лакского района произошел обвал пород (песчаники и известняки) площадью 2,5 тыс. м². В зоне воздействия обвального процесса находились три жилых дома. Сезонные атмосферные осадки обусловили активизацию 4 октября обвального участка (длина – 20 м, ширина – 4 м, объем – 240 м³) на северной окраине с. Хутни Гунибского района, в результате чего было деформировано 20 м автодороги.

В **2019 г.** активность обвально-осыпных процессов на территории республики оценивалась ниже средней, всего было выявлено 11 проявлений. В населенных пунктах значимых активизаций обвальных процессов не наблюдалось.

Среднемноголетний уровень обвально-осыпной активности на территории республики наблюдался в **2020 г.** Всего было выявлено 12 активных проявлений, в том числе и в трех населенных пун-

ктах. Так, естественное выветривание скальных пород (пачка песчаников) обусловило обвальную активизацию 12 августа на северо-восточной окраине с. Хебда Шамильского района. В результате обрушения скальных пород (площадь – 1 м², глубина захвата – 1 м, объем – 1 м³), было деформировано два дома, в которых проживало 14 человек, из них 8 детей. Один дом в результате камнепада стал непригодным для проживания. 22 августа в с. Гигатли-Урух Цумадинского района после выпадения обильных атмосферных осадков произошла активизация обвального участка (длина – 40 м, ширина – 4 м, высота – 1,5 м, объем – 240 м³), в результате чего был поврежден наземный межпоселковый газопровод. 26 августа на северной окраине с. Кули Кулинского района было отмечено падение отдельных скальных глыб в селитебную зону села. Ширина опасного обвального участка составляла 40 м, длина – 50 м, высота – 30 м, объем отдельных глыб достигал 5 м³. В результате активизации было повреждено два дома, а также хозяйственные постройки и огороды, около пяти старых разрушенных домов находились в зоне обвального риска. Факторами активизации процесса послужило естественное выветривание вышележащих скальных пород (пачка песчаников, перекрывающих аргиллитовую толщу) и обильное выпадение атмосферных осадков.

В 2021 г. обвально-осыпная активность на территории республики оценивалась как высокая. Было выявлено 31 активное проявление, в том числе одно – в с. Агвали Цумадинского района. Здесь 28 июля после выпадения обильных атмосферных осадков произошел обвал скальных пород. Отдельными глыбами были повреждены магазин, две автозаправочные станции и кафе.

Высокая обвально-осыпная активность на территории республики наблюдалась и в 2022 г. Было выявлено около 40 активных проявлений, в том числе одно на подрезанном (при устройстве дороги) склоне в п. Баада Гунибского района. Здесь при активизации (25 мая) обвального участка было перекрыто 3 м внутрисельской дороги (без покрытия). Обильно увлажненные, после выпадения атмосферных осадков, обвально-осыпные массы (площадь – 7,5 м², объем – 15 м³) были представлены аргиллитами и глинами с прослоями песчаников и известняков.

Заключение

Проведенные систематизация и анализ различных источников, содержащих информацию об активизации обвально-осыпных процессов в Республике Дагестан, позволили охарактеризовать условия и причины, а также оценить активность и опасность обвально-осыпных проявлений в населенных пунктах республики за 2004–2022 гг. Максимальное число случаев активизации обвально-осыпных процессов в них приурочено к зимне-весенне-летнему периоду и обусловлено в основном снеготаянием и обильными атмосферными осадками.

Всего за исследуемый период выявлено 46 населенных пунктов (в 21 административном районе республики), где произошли значимые обвально-осыпные активизации. Большинство этих сельских поселений расположено в низко- и среднегорной частях республики. Наибольшее число пострадавших населенных пунктов расположено в Цумадинском и Ахвахском административных районах. Анализ зарегистрированных проявлений, произошедших в населенных пунктах республики за последние 19 лет, показал, что наибольшая обвально-осыпная активность на их территории отмечалась в 2014 г., а очень слабая степень активизации наблюдалась в 2010, 2013 и 2021 гг.

В 2006, 2017 и 2019 гг. обвальные процессы в населенных пунктах республики не были зафиксированы. Наиболее катастрофические обвально-осыпные процессы (с объявлением чрезвычайной ситуации) за изучаемый период времени наблюдались в селах Хебда и Голотль Шамильского района. По результатам исследования выявлены населенные пункты республики, где обвально-осыпные активизации периодически наблюдались в разные годы. Приведены сведения о масштабах произошедших обвальных деформаций и разрушений жилой инфраструктуры на территории населенных пунктов республики. Анализ социально-экономических последствий, произошедших обвально-осыпных активизаций, позволяет сделать вывод о довольно значительной степени их опасности для жизнедеятельности населения в горной части республики.

Список источников

1. Коломенский Н. В. Специальная инженерная геология. М.: Недра, 1969. 335 с.
2. Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии (под ред. А. И. Спиридонова). М.: Советская энциклопедия, 1980. 703 с.
3. Васьков И. М., Юсупов А. Р. Обвалы и оползни в горных долинах // Труды института геологии Дагестанского научного центра. 2017. № 68. С. 34–42.
4. Меликов М. М., Гаджиева Т. Р. Геология, сейсмичность, экзогенные геологические процессы и некоторые формы их проявлений в горных районах Дагестана // Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2017. № 2 (69). С. 59–66.
5. Разумов В. В., Калов Р. О., Богданова Н. Д., Разумова Н. В., Лиховид Н. Г. Активность и опасность проявления обвально-осыпных процессов на территории Кабардино-Балкарской Республики // Наука. Инновации. Технологии. 2023. № 4. С. 33–68. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2023.3.5>
6. Идрисов И. А. Особенности распространения опасных геологических процессов в долине р. Чирагчай // Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2011. № 57. С. 212–215.
7. Мамаев С. А., Васьков И. М., Юсупов А. Р., Мамаев А. С. Опасные геологические процессы и перспективы их прогноза в Дагестане // Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2018. № 1 (72). С. 71–75. <https://doi.org/10.31161/2541-9684-2018-62-1-69-73>
8. Шихрагимов И. М. Об экзогенных геологических процессах на территории Дагестана // Мониторинг. Наука и технологии. 2013. Вып. 4. С. 42–52.
9. Схема территориального планирования Республики Дагестан. Т. 2. Кн. 1. М.: Гипрогор, 2007. 135 с.
10. Схема территориального планирования Республики Дагестан. Т. 2. Книга 3. М.: Гипрогор, 2007. 255 с.
11. Информационные бюллетени о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2004–2021 гг. Вып. 28–45. М.: Геоинформмарк, 2005–2022.
12. Информационные бюллетени о состоянии недр территории Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации за 2015–2022 гг. Вып. 12–19. Эссенуки: Гидро-спецгеология, 2016–2023.

13. Информационные сводки о проявлениях экзогенных геологических процессов на территории Российской Федерации (по кварталам) за 2007–2022 гг. М.: Гидроспецгеология, 2007–2022.
14. Информационные сводки о проявлениях экзогенных геологических процессов на территории Южного федерального округа (по кварталам) за 2006–2010 гг. Ессентуки: Гидроспецгеология, 2006–2010.
15. Информационные сводки о проявлениях экзогенных геологических процессов на территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов (по кварталам) за 2011–2012 гг. Ессентуки: Гидроспецгеология, 2011–2012.
16. Информационные сводки о проявлениях экзогенных геологических процессов на территории Северо-Кавказского федерального округа (по кварталам) за 2013–2022 гг. Ессентуки: Гидроспецгеология, 2013–2022.
17. Мамаев С. А., Сулейманов В. К., Мамаев А. С. Современное применение ГИС-технологий при мониторинге экзогенных процессов в Республике Дагестан // Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2019. №1 (76). С. 61–66. <https://doi.org/10.33580/2541-9684-2019-63-1-61-66>
18. Разумов В. В. и др. Опасные природные процессы Северного Кавказа / под ред. проф. В. В. Разумова. М.: Изд-во «Феория», 2013. 320 с.
19. Разумов В. В., Разумова Н. В. Обвальнo-осыпные процессы на территории Северного Кавказа // Геориск. 2013. № 1. С. 44–52.
20. Шамурзаева Д. А., Королев Б. И., Новиков К. В. Факторы развития оползневoго процесса, выделенные на основе информационного анализа на примере Республики Дагестан // Разведка и охрана недр. 2013. № 10. С. 21–25.

References

1. Kolomensky NV. Special engineering geology. Moscow: Nedra; 1969. 335 p. (In Russ.).
2. Four-language encyclopedic dictionary of terms in physical geography (edited by AI Spiridonov). Moscow: Soviet Encyclopedia; 1980. 703 p. (In Russ.).
3. Vaskov IM, Yusupov AR. Landslides in mountain valleys. *Tруды института геологии Дагестанского научного центра* = Proceedings of the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center. 2017;(68):34–42. (In Russ.).

4. Melikov MM, Gadzhieva TR. Geology, seismicity, exogenous geological processes and some forms of their manifestations in the mountainous regions of Dagestan. *Trudy instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo centra* = Proceedings of the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2017; 2(69):59–66. (In Russ.).
5. Razumov VV, Kalov RO, Bogdanova ND, Razumova NV, Likhovid NG. Activity and danger of landslide processes on the territory of the Kabardino-Balkarian Republic. *Nauka. Innovacii. Tekhnologii* = Science. Innovations. Technologies. 2023;(4):33–68. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2023.3.5> (In Russ.).
6. Idrisov IA. Features of the spread of hazardous geological processes in the valley of the Chiragchay river. *Trudy instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo centra* = Proceedings of the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2011;(57):212–215. (In Russ.).
7. Mamaev SA, Vaskov IM, Yusupov AR, Mamaev AS. Dangerous geological processes and prospects for their forecast in Dagestan. *Trudy instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo centra* = Proceedings of the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2018;1(72):71–75. <https://doi.org/10.31161/2541-9684-2018-62-1-69-73> (In Russ.).
8. Shikhragimov IM. On exogenous geological processes on the territory of Dagestan. *Monitoring. Nauka i tekhnologii* = Monitoring. Science and technology. 2013;(4):42–52. (In Russ.).
9. Territorial planning scheme of the Republic of Dagestan. Volume 2. Book 1. Moscow: Giprogor, 2007. 135 p. (In Russ.).
10. Territorial planning scheme of the Republic of Dagestan. Volume 2. Book 3. Moscow: Giprogor, 2007. 255 p. (In Russ.).
11. Information bulletins on the state of subsoil on the territory of the Russian Federation in 2004–2021. Vol. 28–45. Moscow: Geoinformmark LLC, 2005–2022. (In Russ.).
12. Information bulletins on the state of the subsoil of the territory of the North-Caucasus Federal District of the Russian Federation for 2015–2022. Vol. 12–19. Essentuki: SRC GMSN Federal State Budgetary Institution “Gidrospetsgeologiya”, 2016–2023. (In Russ.).
13. Information reports on the manifestations of exogenous geological processes on the territory of the Russian Federation

- (by quarter) for 2007–2022. Moscow: Center GMSN FSBI “Gidropetsgeologiya”, 2007–2022. (In Russ.).
14. Information reports on the manifestations of exogenous geological processes in the territory of the Southern Federal District (by quarter) for 2006–2010. Essentuki: SRC GMSN Federal State Budgetary Institution “Gidropetsgeologiya”, 2006–2010. (In Russ.).
 15. Information reports on the manifestations of exogenous geological processes in the territory of the Southern and North-Caucasus Federal Districts (by quarter) for 2011–2012. Essentuki: SRC GMSN Federal State Budgetary Institution “Gidropetsgeologiya”, 2011–2012. (In Russ.).
 16. Information reports on the manifestations of exogenous geological processes in the territory of the North-Caucasus Federal District (by quarter) for 2013–2022. Essentuki: SRC GMSN Federal State Budgetary Institution “Gidropetsgeologiya”, 2013–2022. (In Russ.).
 17. Mamaev SA, Suleymanov VK, Mamaev AS. Modern application of GIS technologies in monitoring exogenous processes in the Republic of Dagestan. *Trudy instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo centra RAN* = Proceedings of the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2019;1(76):61–66. <https://doi.org/10.33580/2541-9684-2019-63-1-61-66> (In Russ.).
 18. Razumov VV et al. Dangerous natural processes of the North Caucasus / VV Razumov, AKh Adzhiev, NV Razumova, AYa Glushko, SI Shagin, NV Kondratyeva, AP Pritvorov, AG Kolychev, MA Shapovalov. Edited by prof. V.V. Razumov. Moscow: Publishing house “Feoria”, 2013. 320 p. (In Russ.).
 19. Razumov VV, Razumova NV. Landslide processes in the North Caucasus. *Georisk* = Georisk. 2013;(1):44-52. (In Russ.).
 20. Shamurzaeva DA, Korolev BI, Novikov KV. Factors in the development of the landslide process, identified on the basis of information analysis using the example of the Republic of Dagestan. *Razvedka i ohrana nedr* = Exploration and protection of subsoil. 2013;(10):21-25. (In Russ.).

Информация об авторах

Виктор Владимирович Разумов – доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела стихийных явлений Высокогорного геофизического института.

Наталья Дмитриевна Богданова – инженер Института геотехники и инженерных изысканий в строительстве.

Ризуан Османович Калов – доктор географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела экологических исследований Высокогорного геофизического института.

Наталья Викторовна Разумова – кандидат географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник АО «Российские космические системы».

Павел Маркович Полян – доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Института географии РАН, Scopus ID: 6603630160.

Вклад авторов

Виктор Владимирович Разумов – определение идеи статьи и логики исследования. Сбор, интерпретация и анализ полученных данных. Утверждение окончательного варианта, принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Наталья Дмитриевна Богданова – сбор, интерпретация и анализ полученных данных. Подготовка текста и оформление статьи.

Ризуан Османович Калов – сбор, интерпретация и анализ полученных данных. Подготовка и редактирование текста, составление черновика рукописи

Наталья Викторовна Разумова – подготовка и редактирование текста, составление черновика рукописи и формирование его окончательного варианта.

Павел Маркович Полян – подготовка и редактирование текста, составление черновика рукописи и формирование его окончательного варианта.

Information about the authors

Viktor V. Razumov – Dr. Sci. (Geogr.), Professor, Leading Researcher at the Department of Natural Phenomena of the High-Mountain Geophysical Institute.

Natalia D. Bogdanova – Engineer of the Institute of Geotechnics and Engineering Surveys in Construction.

Rizuan O. Kalov – Dr. Sci. (Geogr.), Associate Professor, Leading Researcher at the Department of Environmental Research of the High-Mountain Geophysical Institute.

Natalia V. Razumova – Cand. Sci. (Geogr.), Associate Professor, Leading Researcher of Russian Space Systems.

Pavel M. Polyanskiy – Dr. Sci. (Geogr.), Leading Researcher of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences. Scopus ID: 6603630160.

Contribution of the authors

Viktor V. Razumov. Definition of the idea of the article and the logic of the study. Collection, interpretation and analysis of the received data. The approval of the final version is the acceptance of responsibility for all aspects of the work, the integrity of all parts of the article and its final version.

Natalia D. Bogdanova. Collection, interpretation and analysis of the received data. Preparation of the text and design of the article.

Rizuan O. Kalov. Collection, interpretation and analysis of the received data. Preparation and editing of the text – drafting of the manuscript

Natalia V. Razumova. Preparation and editing of the text – drafting of the manuscript and the formation of its final version.

Pavel M. Polyanskiy. Preparation and editing of the text – drafting of the manuscript and the formation of its final version.