



Научная статья
УДК 551.3 (470.65)
<https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.1>

ОЦЕНКА УГРОЗЫ ДЕФОРМАЦИИ УЧАСТКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, ПЕРЕСЕКАЮЩИХ КРУПНЫЕ ОПОЛЗНЕВЫЕ МАССИВЫ В БАСЕЙНАХ РЕК УРСДОН И АРДОН (Республика Северная Осетия – Алания)

Виктор Владимирович Разумов^{1*},
Наталья Викторовна Разумова²

¹ Высокогорный геофизический институт Росгидромета (д. 2, пр. Ленина, г. Нальчик, 360030, Российская Федерация)

² Российские космические системы Роскосмоса (д. 53, ул. Авиаторная, г. Москва, 111250, Российская Федерация)

¹ razumov_vv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8099-6976>

² razumova-nv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3266-7494>

* Автор, ответственный за переписку

Аннотация.

Объектом исследования является оползневая деятельность на участках автомобильных дорог, пересекающих крупные оползневые массивы в бассейнах рек Урсдон и Ардон (Республика Северная Осетия-Алания). В работе представлены результаты систематизации и анализа различных источников, содержащих информацию о местоположении и активности (за 2005–2023 гг.) крупных оползней, пересекаемых автомобильными дорогами в бассейнах рек Урсдон и Ардон Республики Северная Осетия-Алания. В бассейне р. Урсдон таких крупных оползневых массивов практически не отмечено, зато в долине р. Ардон зафиксировано значительное их количество. В картографическом виде показано местоположение этих оползней в изучаемых бассейнах рек. Приведены некоторые качественные и количественные (площадь, объем, мощность) характеристики оползневых массивов, пересекаемых автодорогами, и дано краткое описание формирующих их грунтов. Проведен анализ произошедших наиболее значимых активизаций на этих оползнях за изученный период времени и выявлены участки автодорог, находящиеся в зоне их действия. Охарактеризованы основные природные и техногенные факторы, обуславливающие постоянную и периодическую активизацию изучаемых крупных оползней. Неравномерная степень проявления этих факторов в разные годы обуславливает различную активность деформационных напряжений на изученных оползневых массивах и, соответственно, разную степень поражения полотна автодорог и до-

рожной инфраструктуры в зоне их влияния. За рассматриваемый период времени (2005–2023 гг.) для участков автодорог, находящихся в зоне действия изученных оползней, оценена угроза и степень их деформации (повреждения, разрушения) оползневыми массами и приведены количественные характеристики произошедшего ущерба. Анализ выявленных социально-экономических последствий, наиболее значимых активизаций оползневых массивов, пересекаемых автодорогами, позволяет сделать вывод об очень низкой степени их опасности для автомобильного движения в бассейне р. Урсдон и довольно высокой – в долине р. Ардон.

Ключевые слова: оползневые массивы, оползни, активизация, автомобильная дорога, дорожное полотно, дорожная инфраструктура

Для цитирования: Разумов В. В., Разумова Н. В. Оценка угрозы деформации участков автомобильных дорог, пересекающих крупные оползневые массивы в бассейнах рек Урсдон и Ардон (Республика Северная Осетия – Алания). // Наука. Инновации. Технологии. 2025. № 3. С. 11–40. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.1>

Конфликт интересов: доктор географических наук, профессор Виктор Владимирович Разумов 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 25.05.2025;
одобрена после рецензирования 25.08.2025;
принята к публикации 20.09.2025.

1.6.12. **Physical Geography and Biogeography, Soil Geography and Landscape Geochemistry (Geographical Sciences)**
Research article

Assessment of the threat of deformation in the sections of motorways crossing large landslide massifs in the Ursdon and Ardon river basins (Republic of North Ossetia – Alania)

**Viktor V. Razumov^{1*},
Natalia V. Razumova²**

¹ High-Mountain Geophysical Institute of Roshydromet (2, Lenin Ave., Nalchik, 360030, Russian Federation)

² Russian Space Systems of Roscosmos (53, Aviamotornaya Sr., Moscow, 111250, Russian Federation)

¹ razumov_vv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8099-6976>

² razumova-nv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3266-7494>

* Corresponding author

Abstract. The article studies landslide activity in the sections of highways crossing large landslide massifs in the basins of the Ursdon and Ardon rivers (the Republic of North Ossetia – Alania). The paper presents the results of systematization and analysis of various sources containing information on the location and activity (for 2005-2023) of large landslides crossed by highways in the basins of the Ursdon and Ardon rivers of the Republic of North Ossetia-Alania. There are practically no such large landslide arrays in the Ursdon River basin, but a significant number of them have been recorded in the Ardon River Valley. The map shows the location of these landslides in the river basins under consideration. Some qualitative and quantitative (area, volume, power) characteristics of landslide massifs crossed by roads are given, and a brief description of the soils that form them is given. An analysis of the most significant activations that occurred on these landslides during the studied period of time is carried out, and sections of roads located in the zone of their action are identified. The main natural and man-made factors causing the constant and periodic activation of the studied large landslides are characterized. The different degree of manifestation of these factors in different years causes different activity of deformation stresses on the studied landslide massifs and, accordingly, different degrees of damage to the road surface and road infrastructure in the zone of their influence. During the time period under review (2005-2023), the threat and degree of their deformation (damage, destruction) by landslide masses were assessed for the sections of highways located in the area of the studied landslides, and quantitative characteristics of the damage were given. An analysis of the socio-economic consequences of the identified, most significant activations of landslide massifs crossed by roads allows us to conclude that their danger to motor traffic in the Ursdon River basin is very low and in the Ardon River valley it is rather high.

Keywords: landslide arrays, landslides, activation, highway, roadway, road infrastructure

For citation: Razumov V.V., Razumova N.V. Assessment of the threat of deformation in the sections of motorways crossing large landslide massifs in the Ursdon and Ardon river basins (Republic of North Ossetia-Alania). *Science. Innovation. Technologies.* 2025;(3):11-40 (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2025.3.1>

Conflict of interest: 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 25.05.2025;
approved after reviewing 25.08.2025;
accepted for publication 20.09.2025.

Введение

Одними из основных рек Республики Северная Осетия – Алания (РСО – Алания) являются Урсдон и Ардон. Река (р.) Урсдон, с впадающей в нее р. Большой Дур-Дур, является левым притоком реки Терек и главной водной артерией Дигорского административного района республики. В равнинной части бассейна р. Урсдон расположен город Дигора, а в предгорной и горной — села Карман, Синдзикау, Урсдон, Кора, Дур-Дур. В окрестностях с. Кора-Урсдон расположена Кора-Урсдонская гидроэлектростанция (ГЭС). Все эти населенные пункты и инфраструктурные объекты района связаны между собой автомобильными дорогами общего пользования местного значения.

Река Ардон также является левым притоком р. Терек и основной водной артерией Алагирского административного района республики, площадь ее водосбора составляет 1632 км², она имеет 12 основных левых притоков и 13 правых [1]. В бассейне р. Ардон велика техногенная нагрузка на геологическую среду. По ее долине проходят Транскавказская автомагистраль (ТрансКАМ), связывающая через Рокский перевал (долина р. Нар) Северную Осетию с Южной и Военно-Осетинская дорога, которая через Мамисонский перевал (долина р. Мамисон) идет в Грузию. Здесь также проложен газопровод Дзуарикау – Цхинвал, трасса которого проходит в ущельях рек Ардон и Мамисон, а на отдельных участках – в одном коридоре с Транскавказской автомагистралью и высоковольтной линией электропередачи (ЛЭП). В бассейне р. Ардон расположены инфраструктурные объекты Садонского месторождения свинцово-цинковых руд, Зарамагской ГЭС, Цейской курортно-спортивной зоны, горно-рекреационного комплекса «Мамисон». В долине р. Ардон расположены города Алагир и Ардон и довольно значительное количество населенных пунктов: Архон, Бурон, Верхний Мизур, Верхний Згид, Верхний Ход, Галон, Зарамаг, Зинцар, Лисри, Мизур, Нузал, Садон, Тиб, Унал, Цей и др. В связи с тем, что большую часть Алагирского района занимают горные и предгорные территории, автомобильный транспорт здесь служит основным видом транспорта во внутривозрастных связях. Основу транспортной сети района составляет трасса ТрансКАМ, которая соединяет высокогорную часть республики с равниной.

Сложный рельеф, особенности геологического строения, частые аномалии гидрометеорологических факторов и мощная техногенная нагрузка создают благоприятные условия для интенсивного проявления оползневых процессов в долинах изучаемых рек.

Под оползнями, согласно СП 116.13330.2012. Свод правил. «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003» (утв. Приказом Минрегиона России от 30.06.2012, № 274; ред. от 30.12.2020), понимается смещение горных пород со склонов, бортов карьеров, строительных выемок под действием веса грунта и объемных и поверхностных сил. Условия, причины образования и опасность проявления оползневых процессов общеизвестны и подробно описаны в научной литературе.

По разным оценкам, на территории РСО – Алаания зарегистрировано от 355 [2] до 436 [3] оползней. Из 436 выявленных оползней 240 являются крупными и очень крупными, с объемом до 50 млн м³ и площадью до 2,6 км². Основная часть этих оползневых массивов в основном находится в стабильном состоянии, а 8–10% – в стадии периодической активизации [3]. В бассейне р. Ардон (территория Алагирского района) зафиксировано 229 оползней, а в бассейне р. Урсдон (Дигорский район) их насчитывается 15 [4]. По объему оползней республики разделяются на малые (до 1000 м³), средние (от 1 до 10 тыс. м³), крупные (от 100 тыс. м³ до 1 млн м³) и очень крупные (объемом более 1 млн м³) [5].

Из наиболее крупных оползневых массивов развитых в бассейне р. Урсдон можно выделить: Дур-Дурские (Левобережный и Правобережный), Савердонские (I и II), Коринский, Урсдонский. В долине р. Ардон крупных и очень крупных оползневых массивов гораздо больше: Даллагкауские (Большой и Малый), Зарамагские (Мсита и Калм), Згидские (Средний и Нижний), Зинцарские (I и II), Цейские (Верхне-Цейский, Средне-Цейский, Нижне-Цейский и Ново-Цейский), Ардонский, Верхне-Мизурский, Правобережный Сулартинский, Садонский и Верхне-Садонский, Луарский, Нузальский и др. (рис. 1).

Условные обозначения:

■ 22 Оползни и их номера

• Тамиск Населенные пункты

Дигора Административные центры

Ардон реки;

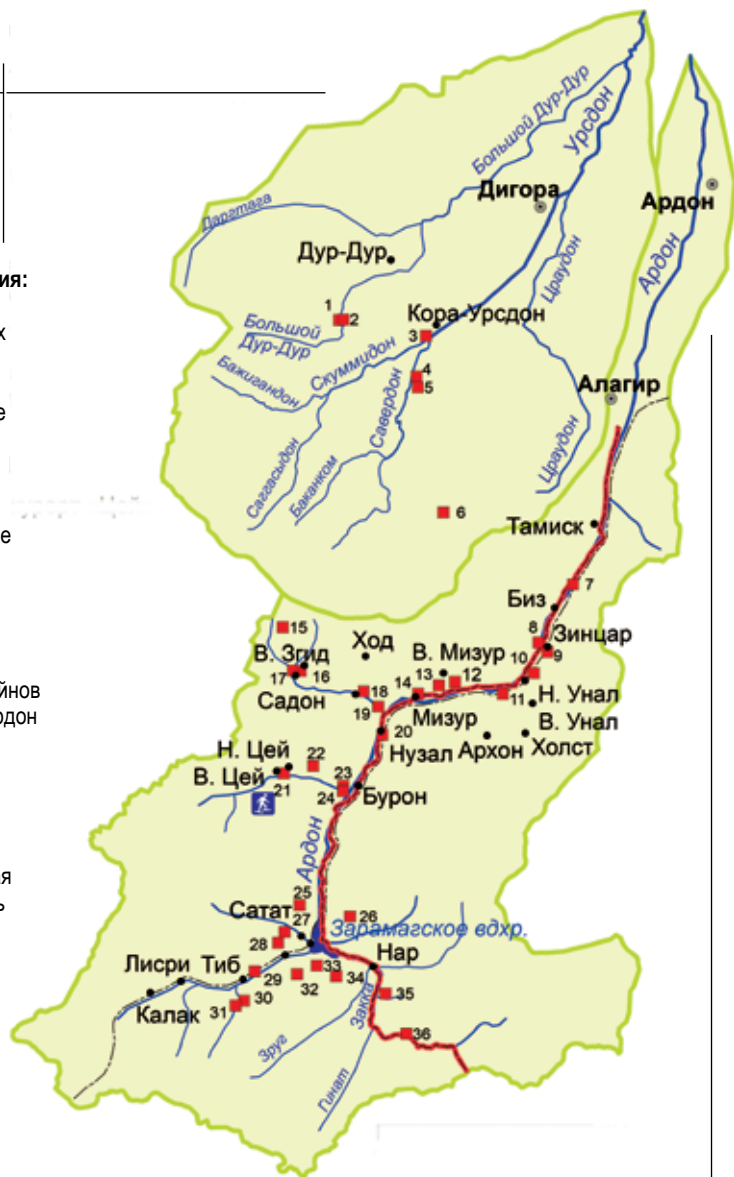
Границы бассейнов рр. Урсдон и Ардон

Объекты инфраструктуры:

Транскавказская автомагистраль

Газопровод «Дзуарикау – Цхинвал»

Горнолыжный курорт «Цей»



Названия оползней:

1. Левобережный Дур-Дурский; 2. Правобережный Дур-Дурский; 3. Коринский; 4. Северный Савердонский; 5. Южный Савердонский; 6. Урсдонский; 7. Пионерный; 8. Зинцарский-I; 9. Зинцарский-II; 10. Ардонский; 11. Луарский; 12. Верхне-Мизурский; 13. Правобережный Сулартинский; 14. Газопроводный; 15. Фаснидонский; 16. Нижне-Згидский; 17. Средне-Згидский; 18. Верхне-Садонский; 19. Садонский; 20. Нузальский; 21. Верхне-Цейский; 22. Средне-Цейский; 23. Нижне-Цейский; 24. Ново-Цейский; 25. Калм; 26. Мсита; 27. Нижне-Зарамагский; 28. Сататский; 29. Тибцнайдонский; 30. Кайтикомский Правобережный; 31. Кайтикомский Левобережный; 32. Малый Даллагкауский; 33. Большой Даллагкауский; 34. Варцедонский; 35. Бабиатский; 36. Нижне-Алхаткомский.

Рис. 1. Карта местоположения наиболее крупных оползневых массивов в бассейнах рек Урсдон и Ардон (Республика Северная Осетия – Алания).

Fig. 1. Map of the location of the largest landslide massifs in the Urzdon and Ardon river basins (Republic of North Ossetia – Alania).

Источник: [6]. Source: [6]

Закономерности возникновения, районы распространения и размеры этих основных оползневых массивов довольно хорошо изучены [5, 6–14 и др.], а их активность (в многолетнем разрезе) описана в работах [6, 15].

Многие участки автомобильных дорог РСО – Алания, вследствие геологических (мощный чехол рыхлых отложений на склонах, интенсивная тектоническая раздробленность скальных грунтов, неоднородность литологического состава и др.) и геоморфологических (высокий энергетический потенциал рельефа с крутыми и протяженными склонами, большие уклоны рек, морфология речных долин и др.) особенностей территории республики, подвержены оползневому процессам. Многочисленные исследования [2, 6, 13, 16–18] свидетельствуют о том, что наиболее часто деформационные повреждения появляются на тех участках автомобильных дорог республики, которые проходят по телу крупных оползневых массивов.

На территории республики, одним из основных факторов активизации оползневых массивов, пересекаемых автомобильными дорогами, является метеорологический. В годы аномально сильных осадков число активизаций на их теле увеличивается в 2,5–3 раза [13]. Пик активизации наблюдается в мае-июне и связан с совокупным воздействием атмосферных осадков и снеготаянием [14]. Значительное влияние на активность оползней оказывает резкое увеличение стока рек, в результате чего происходит размыв и разрушение фронтальных частей оползней. Эксплуатация и периодическая реконструкция автодорог (с нарушением подземного и поверхностного стока, подрезкой и отсыпкой горных склонов, динамическими вибрациями от движущегося автотранспорта и др.) также значительно провоцирует активизацию оползневых массивов, расположенных вблизи дорог и пересекаемых ими.

Цель исследования –

оценить угрозу и степень деформации (повреждения, разрушения) участков автомобильных дорог, проходящих по телу крупных оползневых массивов в бассейнах рек Урсдон и Ардон (Республика Северная Осетия – Алания).

Основные задачи исследования:

- провести инвентаризацию и краткое описание крупных оползней, развитых в бассейнах рек Урсдон и Ардон, в зоне действия которых проходят автодороги;
- оценить угрозу и степень деформации участков автодорог в результате активизации этих оползневых массивов (за период 2005–2023 гг.).

Материалы и методы исследований

Главным методом, используемым в работе, стал анализ различных источников, содержащих информацию об активности крупных оползневых массивов на территории Дигорского и Алагирского районов РСО – Алания, в зоне действия которых находятся автомобильные дороги. В качестве основных были использованы литературные источники и опубликованные данные Минприроды РСО – Алания [3, 19] и Центра государственного мониторинга состояния недр (ГМСН) ФГБУ «Гидроспецгеология» [7, 8, 20–23]. Обобщение и систематизация собранного материала с единых методических позиций позволили достаточно достоверно оценить угрозу и степень деформации участков автомобильных дорог (за период 2005–2023 г.), находящихся в зоне действия крупных оползневых массивов в бассейнах рек Урсдон и Ардон. Представленная в данном сообщении карта местоположения наиболее крупных оползневых массивов в бассейнах этих рек создана в программной среде ArcGIS.

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

- отчет по «Ведению государственного мониторинга состояния недр территории Республики Северная Осетия – Алания» в 2005–2007 гг.». Книга 1 (ГУП РСО – А РЦ «Севосгеомониторинг», Владикавказ, 2007);
- отчет о результатах работ по объекту 6-06/07 «Ведение государственного мониторинга состояния недр территории Южного федерального округа в 2008–2010 гг.». Книга 1, 2 (ЮРЦ ГМСН ФГУП «Гидроспецгеология», Ессентуки, 2011);

- геологический отчет по объекту «Государственный мониторинг состояния недр территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов в 2011–2013 гг.». Книга 1, 2 (ЮРЦ ГМСН ФГБУ «Гидро-спецгеология», Ессентуки, 2013);
- геологический отчет о результатах выполненных работ по объекту «Государственный мониторинг состояния недр территории Северо-Кавказского ФО в 2014–2015 гг.». Книга 1, 2 (ЮРЦ ГМСН ФГБУ «Гидро-спецгеология», Ессентуки, 2015).

Для указания местоположения произошедших на автодорогах активизаций оползневых массивов использовались значения километрового знака (пикета), обозначающего (согласно ГОСТ 32869-2014) нумерованную точку разметки расстояния на дороге (отрезок дороги между смежными пикетными знаками равен 100 м).

Результаты исследований и их обсуждение

В бассейне р. Урсдон практически все крупные оползни (кроме Коринского оползневого массива) расположены вдали от населенных пунктов и хозяйственных объектов (в том числе и межпоселковых дорог) Дигорского района и практически не оказывают на них значительного воздействия. При их катастрофической активизации может происходить деформация участков лесного фонда и сельскохозяйственных земель района, а также перекрытие рек и создание крупных подпруд, последующий прорыв которых (с образованием селей) может нанести определенный ущерб населенным пунктам и объектам, расположенным ниже по течению рек.

В зону непосредственного воздействия *Коринского оползневого массива* (площадь 0,13 км², объем 5 млн м³, средняя мощность 20 м) попадают внутрисельские дороги юго-западной окраины села (с.) Кора-Урсдон, расположенного у слияния рек Савердон и Скумидон в р. Урсдон (рис. 2).

Здесь практически ежегодно существует угроза повреждения грунтовых дорог (проезжих частей улиц), находящихся в зоне воз-






-  — контур оползня после активизации 1973–1975 гг.;
-  — контур оползня в настоящее время (после активизации 2002–2003 гг.);
-  — домовладения, находящиеся в зоне потенциального оползневоего поражения

Рис. 2. Зона воздействия Коринского оползня в с. Кора-Урсдон, 2011 г.

Fig. 2. Impact zone of the Korinsky landslide in the village of Kora-Urson, 2011.

Источник: фото ГУП РЦ «Севосгеомониторинг».

Source: Photo by the State Unitary Enterprise RC «Sevosgeomonitoring».

действия этого оползня, хотя продолжающиеся их деформации в значительной степени обусловлены низкой несущей способностью грунтов. Основными факторами активизации оползневой массы являются: повышение влажности грунтовых масс при экстремальных осадках или при повышении годовой нормы осадков в течение нескольких лет подряд; техногенное обводнение за счет утечек из систем водоснабжения и сброса хозяйственных стоков на тело оползня; размыв его фронтального уступа р. Урсдон; тектонические условия. Оползневой процесс развивается в делювиально-пролювиальных отложениях современного звена, представленных глинистыми грунтами, лежащими на коренных глинах палеогена. Наиболее значимые активизации на оползневой массе, с повреждением проезжих частей улиц села, наблюдались в 2006–2008, 2017, 2018 гг. [6–8, 10, 12–14, 20–23].

Бассейн р. Ардон

характеризуется широким развитием крупных и очень крупных оползневых массивов. Так, только от санатория «Тамиск» до Рокского тоннеля зафиксировано 93 таких оползня [5]. Последствия активизации крупных оползневых массивов наиболее негативно проявляются в местах их пересечения Транскавказской автомагистрали, технологической дорогой трассы газопровода Дзуарикау – Цхинвал, муниципальными и подъездными дорогами к населенным пунктам и инфраструктурным объектам Алагирского района республики.

Трасса Транскавказской автомагистрали

пересекает некоторые крупные оползни (Зинцарские, Верхне-Мизурский, Мсита, Нижне-Зарамагский, Нижне-Алхаткомский и др.), активизация которых иногда приводит к деформации (повреждению, разрушению) дорожной инфраструктуры. Потенциальную опасность для ТрансКАМа могут представлять деформационные подвижки на *Зинцарских оползнях* (Зинцарский I и Зинцарский II), расположенных в районе с. Зинцар. Оползень «Зинцарский I» (мощность оползневой массы — около 30 м) развит на левом склоне долины р. Ардон (напротив с. Зинцар). Оползень «Зин-

царский II» (площадь 65 тыс. м², мощность 6–9 м, объем – около 500 тыс. м³) находится на правом склоне долины р. Ардон (над с. Зинцар). При активизации этих оползней может быть деформирован и разрушен протяженный участок автотрассы. Последняя значимая активизация Зинцарских оползней произошла в 1984 году, в результате подмыва фронтальных их частей рекой Ардон и подрезкой склонов при строительстве ТрансКАМа [24]. В настоящее время Зинцарские оползни практически не активны.

Определенную угрозу ТрансКАМу представляет периодическая активизация в весенне-летний период *Верхне-Мизурского оползня* (площадь — 87,5 тыс. м², мощность — до 20 м), сформировавшегося в 1998 г. в левом борту ручья Андорраг (левый приток р. Ардон) в 0,4 км выше устья, на восточной окраине поселка (п.) Мизур. В случае сильного обводнения грунтов оползневого массива существует опасность подпруживания ручья Андорраг с последующим селевым выбросом на ТрансКАМ. Так, в конце июня 2012 г. в результате обильных дождей оползень резко активизировался, перекрыл ручей Андорраг и сформировал подпруды, прорыв которой послужил причиной формирования грязевого селя объемом до 1000 м³, при этом селевые отложения полностью заполнили водопропуск и растеклись по полотну ТрансКАМа более чем на 200 м, остановив автомобильное движение на 1,5 часа. В последние годы активизация (площадь — до 40 тыс. м², объем — до 790 тыс. м³) на этом оползневом массиве сохраняется, а значит и существует угроза перекрытия оползневыми массами ручья Андорраг и последующего селевого выброса на ТрансКАМ.

Трассе ТрансКАМа угрожает и оползень «*Мсума*» (объем — 6 млн м³), который с 1989 г. находится в стадии временной стабилизации, в том числе и в периоды неблагоприятных метеоусловий, несмотря на значительный размыв фронтальной части [24]. При увеличении обводненности на участках тектонической раздробленности возможно снижение устойчивости в той части оползня, к которой приурочено 300 м трассы ТрансКАМа — от плотины до развилки с обходной дорогой в Мамисонское ущелье (Северный портал).

Повреждение полотна ТрансКАМа оползневыми подвижками происходит в районе, где автотрасса (пикет 76,3–78,3 км) пересекает

Нижне-Зарамагский оползневой массив (объем — более 2,0 млн м³, мощность — 20–25 м). При подтоплении его фронтальной части водами Зарамагского водохранилища возможно проседание 200–250 м полотна ТрансКАМа (рис. 3). В 2009 г. здесь сформировалась серия оползневых блоков, захвативших склон на высоту до 150–200 м от края водохранилища, то есть практически до автотрассы. В конце июля произошли отсадка и оползание дорожной полки вплоть до проезжей части, с разрушением силового ограждения и деформацией отдельных элементов инженерно-технических сооружений. Значимая активность, с формированием серии оползневых блоков и деформацией полотна ТрансКАМа, наблюдалась и в 2011 г., когда оползневыми подвижками было деформировано 40 м автотрассы. В марте-апреле 2013 г. оползшими грунтовыми массами было разрушено 40 м подпорной стенки и деформировано 75 м полотна ТрансКАМа. Последние годы на массиве наблюдается стабилизация оползневого процесса.

Полка ТрансКАМа (высота — 1900 м н.у.м) также является базисом оползания *Нижне-Алхаткомского оползня*, который расположен в районе с. Нар (на правом берегу р. Закка) в верховом откосе автотрассы (пикет 90,0 км), в 50 м ниже устья р. Алхатком. В июне 2019 г. здесь возникла угроза сползания грунтовых масс (площадь — 3,5 тыс. м² объем — до 25 тыс. м³, мощность — до 8 м) на проезжую часть ТрансКАМа, а в 2021 г. оползневыми массами было перекрыто 20 м автотрассы.

Активизация некоторых крупных оползневых массивов (Пионерный, Газопроводный, Нузальский, Калм и др.), по телу которых проходит *технологическая дорога трассы газопровода Дзуарикау – Цхинвал*, неоднократно приводила к деформации ее полотна.

На участке трассы газопровода «курорт Тамиск – Зинцар» (пикеты 26,0–35,0 км) значительную угрозу для технологической дороги представляет *Пионерный оползень*, расположенный на 31,0 км трассы, на правом берегу р. Ардон (в 6 км выше с. Тамиск). Из-за большой крутизны верхового откоса здесь, на протяжении около 150 м, развиваются интенсивные оползневые деформации в виде осовов и оплывин. Оползень периодически активизируется, в основном, в весенний период при паводках, так как его фронтальный

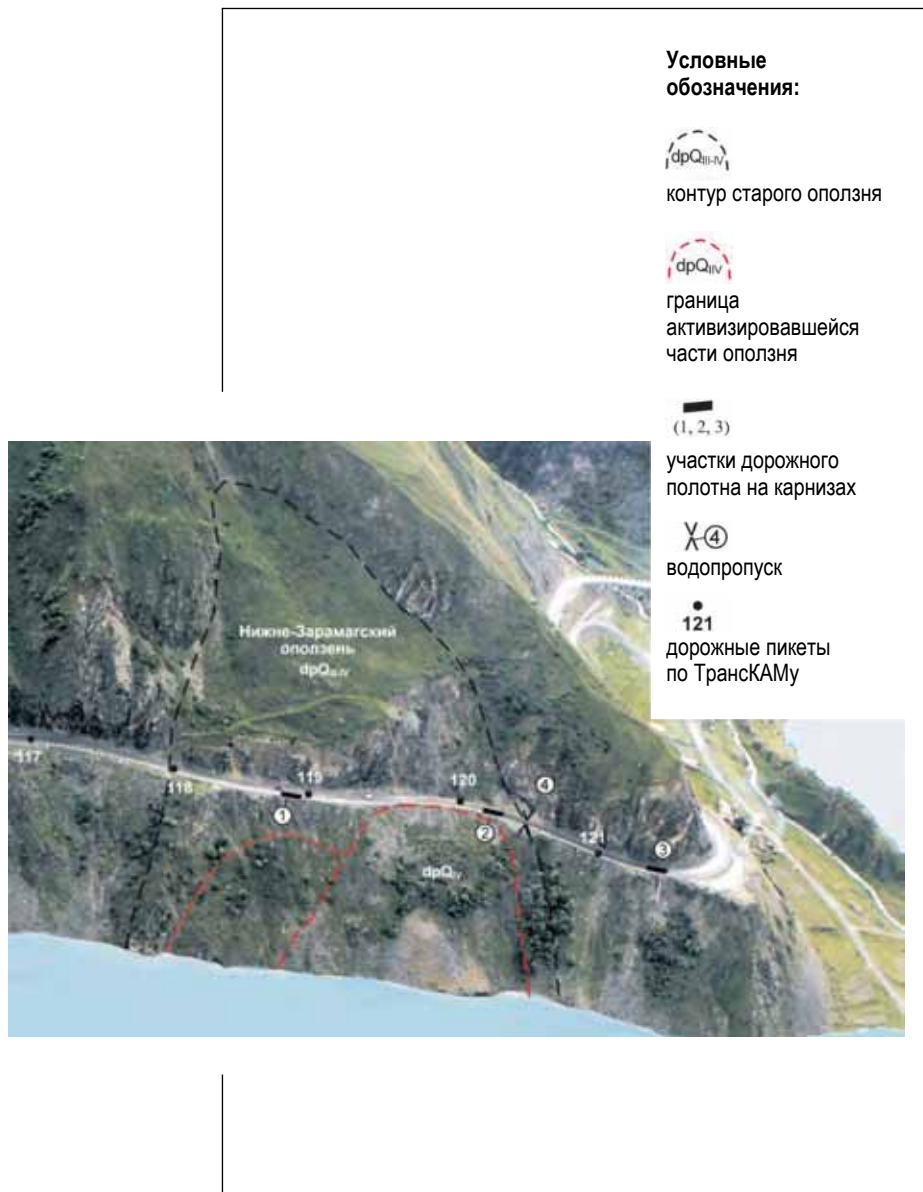


Рис. 3.

Развитие деформаций на Нижне-Зарамагском оползне в низовом откосе ТрансКАМа (зона влияния Зарамагского водохранилища).

Fig. 3. Development of deformations on the Nizhne-Zaramag landslide in the downstream slope of the TransKAM (zone of influence of the Zaramag reservoir).

Источник: фото ГУП РСО-А «Севосгеоэкомониторинг».

Source: Photo by the State Unitary Enterprise of the Republic of North Ossetia-Alania «Sevosgeoeocomonitoring».

уступ размывается р. Ардон. По крутому нагорному откосу высотой до 20–25 м периодически происходит отседание блоков рыхлых пород объемом до 200–300 м³. Отсадка внешнего края выемки и растрескивание склона в ряде мест могут привести к деформации технологической дороги. Оползневой процесс развивается в карбонатных отложениях верхней юры и аллювиальных отложениях, представленных обломками известняков и галькой осадочных и магматических пород. Наиболее значимые активизации на оползне, с повреждением технологической дороги, произошли в 2018, 2019, 2022, 2023 гг. Так, в 2018 г., при активизации части оползня (площадь — 2,0 тыс. м², глубина — 3–5 м) было деформировано 40 м технологической дороги. В начале июня 2019 г. деформационные смещения на оползне (площадь активной части — 5,0 тыс. м², мощность — до 10 м, объем — до 50,0 тыс. м³) повторилась, в результате чего уже было разрушено 40 м дороги. В 2022 и 2023 гг. на Пионерном оползне наблюдалась отсадка крупных блоков и вывал обломков на разрушенную ранее технологическую дорогу газопровода.

Широкая полка технологической дороги (пикет 54 км) также является базисом оползания *Газопроводного оползня* (высота — 1310 м н.у.м), сформировавшегося в осыпных отложениях природного и техногенного генезиса, представленных разнообломочным материалом гранитов и альбитофиров. Значимые активизации на оползне произошли в 2016 и 2018 гг. Так, летом 2016 г. при активизации части оползня (площадь — 15,0 тыс. м²) произошла деформация 50 м дорожного полотна. В июне 2018 г. оползневые смещения (площадь — 25,0 тыс. м², глубина захвата склона — 10 м) было деформировано 40 м технологической дороги.

На участке трассы газопровода «Мизур – Малый Лабагом» (в районе п. Бурон) наиболее опасным является переход технологической дороги (пикеты 55,0–62,0 км) через *Нузальский оползень* (площадь — 0,3 км², мощность — до 15 м, крутизна склона 35–38°). Техногенная подрезка его нижней части при прокладке трассы газопровода на первом (нижнем) серпантине со значительным углублением в склон, вызвала формирование осовов, оплывин и вывалов в верхом откосе технологической дороги, которые в нескольких случаях перевалили за защитную стенку из габионов и даже привели к ее де-

формации [19]. В ходе строительства газопровода деформационные смещения на оползне, с небольшой деформацией технологической дороги, наблюдалась в 2006, 2007 и 2009 гг. После завершения строительства значительных активизаций на оползне не наблюдалось.

В зоне действия крупных оползневых массивов находятся **муниципальные и подъездные дороги**, соединяющие населенные пункты и инфраструктурные объекты в долине р. Ардон. Так, *Ардонский оползень* (площадь — 0,3 км², мощность — 7,5–15 м, крутизна склона — 35–38°, базис оползания — пойма р. Ардон) расположенный на правом берегу р. Ардон (в 2 км выше с. Зинцар) угрожает дороге Зинцар – Унал. Формирование и последующая его активность во многом обусловлена глубокой многократной подрезкой рыхлообломочного склона дорожными выемками [9]. В марте-апреле 2017 г. произошла значимая активизация на оползне (площадь активной части — 7–8 тыс. м², мощность — 10 м, объем — 7,5 тыс. м³), в результате чего было перекрыто 50 м этой дороги. В последние годы значимых оползневых повреждений на дороге не наблюдалось.

В зоне действия *Луарского оползня* (площадь — 1,7 км², объем — 50 млн м³, мощность — 40–80 м, высота — 1700–1750 м н.у.м), расположенного на правом берегу р. Ардон (в 1,5–2,0 км западнее с. Верхний Унал), находятся автодорога Унал – Архон (до 500 м) и полевые грунтовые дороги. Оползневой массив сложен из сильно раздробленных блоков, состоящих из порфиров, песчаников, щебня аргиллитов, цементированных делювиальными суглинками [12]. Последние три десятилетия оползень является почти постоянно активным с усилением оползневых процессов весной и летом, затуханием осенью и временной стабилизацией зимой. Периодическая активизация оползня происходит, в основном, при обводнении грунтов осадками и эрозии фронтального уступа рекой Ардон при высоких паводках. Небольшие деформационные подвижки (площадь — до 40 тыс. м²) на оползне наблюдались в 2005–2009 гг. В начале весны 2017 г. произошло формирование оползневых рвов и валов, отседание крупных блоков и их обрушение, в результате чего была деформирована автодорога Унал – Архон. Общая площадь активизации составила 67,5 тыс. м², объем — более 1,5 млн м³, мощность — 20–25 м. В 2018 г., очередная активность (площадь — 68 тыс. м², мощ-

ность — 25 м) на оползне проявилась в виде сильного растрескивания фронтальной части, проседания, обрушения крупных блоков с фронтального уступа и разрушения небольшого участка автодороги. Практически аналогичные деформации на оползневом массиве происходили и в 2019–2023 гг., но значительного ущерба автодороге не нанесли.

Автодороге Турбина–Садон (пикет 1 км) угрожает *Садонский оползень* (площадь 0,7 км², объем — 15–20 млн м³, мощность — 40–60 м), расположенный в левом борту р. Садон, в 0,7 км от ТрансКАМа. Грунты оползневого массива представлены крупнообломочным материалом с песчано-глинистым заполнителем. Негативное воздействие на устойчивость древнеоползневого склона оказала сильная подрезка фронтального уступа при прохождении катастрофического селя по р. Садон в 2002 г. Деформационные смещения на оползне происходили в 2006 г., а значимая активизация (площадь — 2,0 тыс. м², мощность — 5–6 м, объем — 10 тыс. м³) с перекрытием 20 м а/д Турбина – Садон наблюдалась летом 2018 г.

Активизация *Верхне-Садонского оползня* (площадь — 0,2 км², объем — более 10 млн м³), расположенного в районе п. Садон на склоне долины р. Цахцадыком, угрожает автодороге Садон – Верхний Садон. Значительную роль в активизации оползня играет размыв его фронта р. Цахцадыком и утечки воды из систем водоснабжения п. Верхний Садон. Активность оползневого массива резко возрастает в годы с экстремальными осадками. Подвижки на оползне в 2005 г. привели к уничтожению 500 м дороги, соединяющей верхнюю и нижнюю (по течению) части п. Садон.

Базисом развития *Фаснидонского оползня* (район п. Верхний Згид) служит широкая полка (высота — 2500 м н.у.м) автодороги Верхний Згид – Камунта (пикет 11,2 км). Факторами оползневой активизации служат метеорологический (осадки) и техногенный (подрезка склона). Произошедшая в 2019 г. активизация (площадь — 2,5 тыс. м², объем — до 17,0 тыс. м³) на оползне привела к размыву оползневыми массами 50 м полотна этой автодороги.

Определенную угрозу для автодороги Бурон–Цей представляют *Цейские оползни* (Верхне-Цейский, Средне-Цейский, Нижне-Цейский, Ново-Цейский). На 7 км автодорога пересекает нижнюю часть

Верхне-Цейского оползня (площадь — около 3,0 км², мощность — 100–120 м, высотные отметки — 1450–2750 м н.у.м), расположенного в левом борту долины р. Цейдон между балками Кубалчинком и Сурагатдон (Хукали). Активизация оползня, подрезанного дорожной выемкой, происходит достаточно часто. Делювиально-пролювиальные отложения, имеющие преимущественно глинистый состав, при сильном обводнении довольно часто сползают на дорогу. При этом, автомобильное сообщение в Цейскую курортно-спортивную зону на некоторое время прерывается, из-за невозможности объезда пораженных участков. Так, произошедшая в июле 2014 г. активизация на оползне (объем — около 10 тыс. м³) привела к перекрытию 40 м автодороги Бурон – Цей (пикет 7 км). Из-за полужидкого состояния оползневой массы расчистка дороги продолжалась три дня.

В зоне действия *Средне-Цейского оползня*, расположенного к востоку от Верхне-Цейского (в районе Хукалинской балки) находится участок а/д Бурон – Цей. Сведений о разрушениях и деформациях на дороге, связанных с активностью оползня, не имеется.

Автодорога Бурон – Цей (пикет 1 км) проходит по телу периодически активного *Нижне-Цейского оползня* (средняя мощность — 80 м, площадь — 0,2 км², объем — 7,2 млн м³, крутизна склона — до 48°), расположенного на левом берегу р. Цейдон, в 1 км к северо-западу от п. Бурон (к востоку от Средне-Цейского оползня). В нижней части оползневого массива выделяется активный блок достаточно крупных размеров. Формирование этого блока обусловлено подрезкой фронта оползня в результате речной эрозии, а также нарушением угла естественного откоса при прокладке автодороги Бурон – Цей. Активизация оползня вызывается весенними дождями, снеготаянием и размывом фронта р. Цейдон. Базисом оползания щебнисто-глинистых грунтов с глыбами и блоками порфиритов и кристаллических сланцев служит пойма р. Цейдон, а при небольших смещениях — полка автодороги, пересекающая оползневой массив в средней его части. Подрезка склона при периодической расчистке дороги еще больше провоцирует дальнейшую активизацию оползня. Значительная активность на теле оползня отмечалась во второй половине XX века (1968–1969, 1982, 1996 гг.) [12]. Трещиноватость и отсадка небольших блоков на оползневом массиве

отмечается и в XXI в. (2005–2006, 2008, 2019–2022 гг.) [20–23]. Под угрозой деформаций и разрушений находится более 100 м а/д Бурон – Цей. Инженерная защита на этом участке дороги отсутствует.

Весной 2005 года в 400 м к югу от Нижне-Цейского оползня было зафиксировано заложение нового оползневого блока, которое получило название *Ново-Цейского оползня* (площадь — около 140 тыс. м², высота — 1290–1480 м н.у.м.). В его головной части находится участок а/д Бурон – Цей. Первоначальное смещение оползня в 2005 г. составило не менее 1,5 м, что привело к деформации 100 м дорожного полотна. В последующие годы значительной активизации на оползне не наблюдалось.

Варцедонский правобережный оползень, расположенный на правом берегу р. Варцедон (левый приток р. Закка) в 3 км от устья (в районе с. Варце), создает угрозу деформации грунтовой автодороги (пикет 3 км) к с. Варце. Базисом развития оползня является пойма р. Варце (высота — 1870 м н.у.м), в паводок фронтальный уступ оползня подвергается размыву. Состав горных пород, затронутых проявлением — глинисто-щебнистые грунты с обломками песчаников и алевролитов. Происходившие в 2019 г. активизации на оползне привели к деформации около 300 м дороги к с. Варце. Активизация (площадь — около 12 тыс. м²) на оползне в 2021 г. привела к деформации еще 120 м дорожного полотна. Угроза повреждения этой дороги существовала и в 2023 г., когда на фронтальном уступе наблюдалась отсадка блоков, стекание разжиженных грунтов и растрескивание склона на площади 12,0 тыс. м².

В случае значительной активизации *Бабиатского оползня*, расположенного на левом берегу р. Бабиат (правый приток р. Закка, в 3 км от устья), в районе развалин с. Регах, может быть перекрыта дорога к святилищу. Базисом оползня является пойма р. Бабиат (высота — 2100 м н.у.м). Практически ежегодно активизация происходит во фронтальной части оползня, где наблюдается растрескивание склона, отсадка отдельных блоков (вместе с крупными деревьями), заболачивание. Оползневые проявления развиваются в глинисто-щебнистых грунтах, перекрывающих породы осадочного комплекса средней юры (песчаники, алевролиты, глинистые сланцы). В начале июля 2018 г., в результате активизации части (пло-

щадь — 16 тыс. м², объем — 150 тыс. м³, мощность — 10 м) оползневого массива, разжиженными грунтовыми массами была перекрыта дорога к святилищу. В 2019, 2022 и 2023 гг. также происходили активизации (площадь — до 5,4 тыс. м²) на оползне, существовала угроза перекрытия дороги к святилищу.

При строительстве объектов Зарамагских ГЭС увеличилась нагрузка на оползневые склоны, что явилось одним из главных факторов активизации крупных оползневых массивов в местах техногенного воздействия. Так, в районе строительства Зарамагских ГЭС, расположенных на участке верхнего течения р. Ардон от с. Нижний Зарамаг до впадения р. Баддон (протяженностью около 16 км), было выявлено 11 довольно крупных оползней (площадь — от 0,01 до 0,5 км², объем — от 50 тыс. м³ до 25–30 млн м³) [9]. Под угрозой активизации этих оползневых массивов находится комплекс подъездных дорог к объектам ГЭС [24]. Так, например, активизация оползня «Мсита» (объем — 6,0 млн м³) угрожает не только участку трассы ТрансКАМа, но и подъездным дорогам к объектам Головной ГЭС Зарамагского каскада, над которыми он «нависает» [12].

В районе плотины водохранилища, напротив оползня «Мсита», находится оползень «Калм» (объем — 40,0 млн м³), по нижней части которого проложена новая дорога в долину р. Мамисондон (в объезд Головного водохранилища ЗарамагГЭС). Активизация оползня вызвана глубокой подрезкой склона при расширении дорожной выемки строящейся обходной дороги в Мамисонское ущелье [12]. Следует отметить, что до настоящего момента оползень около 40 лет находился в стабильном состоянии. В результате активизации сформировался оползневой блок размером 100 × 200 м со стенками отрыва высотой 1,5–3 м. Базисом развития оползневого процесса служит полка а/д Зарамаг – Мамисон (высота — 1700 мн.у.м). В 2008 г. резкая активизация юго-западного фланга оползня на площади 20 тыс. м², создала угрозу разрушения участка автодороги (рис. 4). В апреле 2009 г., в период снеготаяния, произошло напользание грунтовых масс (около 30 тыс. м²) на дорожную полку протяженностью около 100 м. Растрескивание склона, смещение крупных блоков и обводнение фронтальной части (площадь — до 27,0 тыс. м²) наблюдались на оползне в 2010, 2022 и 2023 гг., была угроза разрушения дорожной полки автодороги.

**Рис. 4.****Активизация оползня «Калм» в 2008 г.**

Fig. 4. Activation of the Kalm landslide in 2008.

Источник: фото ГУП РСО – А РЦ «Севосгеомониторинг».

Source: Photo by the State Unitary Enterprise of the Republic of North Ossetia - Alania, the Sevogeomonitoring Research Center.

От состояния *Ардонского оползня* зависит не только безопасность движения по автодороге Зинцар–Унал, но и надежность подъездных дорог к бассейну суточного регулирования (БСР) и другим сооружениям Зарамагской ГЭС [19]. Небольшие деформации подъездных дорог, пересекающих оползень, наблюдались в 2006, 2008–2010, 2017 гг.

Активизация *Нузальского оползня*, подрезанного в нижней его части трассой газопровода Дзуарикау–Цхинвал, также создает угрозу разрушения а/д Нузал–БСР. Значительная активизация на оползне, с деформацией до 150 м дорожного полотна, происходила в 2006 и 2007 гг.

Многие населенные пункты (и, соответственно, проезжие части их улиц и внутрисельские дороги) в бассейне р. Ардон расположены на крупных, неоднократно активизировавшихся оползневых массивах [9]. Так, в зоне активизации *Зинцарских оползней* находится восточная окраина с. Зинцар, где несколько домов с прилегающей улицей находятся в нижней части древнеоползневого склона. При сильном обводнении осадками оползневые грунты начинают медленно сползать, деформируя как поверхность склона, так и расположенные на склоне дороги и строения. *Луарский оползень* угрожает дорожной инфраструктуре с. Нижний Унал. Основная часть п. Верхний Мизур находится на теле *Правобережного Сулартинского оползня* (площадь — 0,5 км², объем — около 14 млн м³), который периодически активизируется при превышении среднегодовой нормы осадков. Значительную угрозу проезжим частям улиц на восточной окраине п. Мизур представляет *Верхне-Мизурский оползень*. На *Средне-Згидском оползневом массиве* расположены поселки Средний и Верхний Згид, здесь иногда отмечается деформация проезжих частей улиц и существует угроза перекрытия нижней дороги из п. Нижний Згид в п. Верхний Згид. В 2015 г. было отмечено медленное напользание фронтального уступа *Средне-Згидского оползня* на одну из улиц в п. Верхний Згид. В зоне действия крупных оползневых массивов (*Нижне-Зарамагский, Калм и Мсита*) находится инфраструктура с. Нижний Зарамаг. *Сататский и Даллагкауские оползневые массивы* угрожают селам Сатат и Даллагкау. На теле *Верхне-Цейского оползня* расположены села Верх-

ний Цей и Атагкау. Частая активизация *Верхне-Садонского оползня* нередко приводила к разрушению дороги в верхней части поселка Верхний Садон.

Заключение

Проведенные систематизация и анализ различных источников, содержащих информацию о распространении и активности (за 2005–2023 гг.) наиболее крупных оползневых массивов в бассейнах рек Урсдон и Ардон Республики Северная Осетия–Алания, позволили выявить те из них, в зоне действия которых находятся участки автомобильных дорог. В бассейне р. Урсдон таких крупных оползней практически не отмечено, зато в долине р. Ардон зафиксировано значительное их количество. В картографическом виде показано местоположение этих оползней в изучаемых бассейнах рек. Приведены некоторые качественные и количественные (площадь, объем, мощность) характеристики оползневых массивов, пересекаемых автодорогами, и дано краткое описание формирующих их грунтов. Проведен анализ произошедших наиболее значимых активизаций на этих оползнях за изученный период времени и выявлены участки автодорог, находящиеся в зоне их действия. Охарактеризованы основные природные и техногенные факторы, обуславливающие постоянную и периодическую активизацию изучаемых крупных оползней. Неодинаковая степень проявления этих факторов в разные годы обусловила различную активность деформационных напряжений на изученных оползневых массивах и, соответственно, разную степень поражения полотна автодорог и дорожной инфраструктуры в зоне их влияния. За рассматриваемый период времени (2005–2023 гг.), для участков автодорог, пересекающих изученные оползни, оценена угроза и степень их деформации (повреждения, разрушения) оползневыми массами и приведены количественные характеристики произошедшего ущерба. Анализ социально-экономических последствий выявленных, наиболее значимых активизаций оползневых массивов, пересекаемых автодорогами, позволяет сделать вывод об очень низкой степени их опасности для автомобильного движения в бассейне р. Урсдон и довольно высокой – в долине р. Ардон.

Список источников

1. Дзодзикова М. Э., Бадтиев Ю. С., Туриев А. В., Бутаева Ф. М. Экологическое состояние воздушного бассейна и заболеваемость и смертность среди населения в «Горном кусте» Алагирского района РСО – Алания // Вестник Владикавказского научного центра. 2013. Т. 13. № 3. С. 48–54.
2. Хацаева Ф. М., Томаев В. А. Оползневые процессы в тектонически-активных зонах территории Республики Северная Осетия – Алания // Актуальные вопросы современной науки и образования: сборник. Красноярск. 2010. С. 239–242.
3. Государственные доклады о состоянии и об охране окружающей среды и природных ресурсов Республики Северная Осетия – Алания в 2002–2017 гг. Владикавказ: Министерство природных ресурсов и экологии Республики Северная Осетия – Алания, 2003–2018.
4. Кюль Е. В. Тектонические оползневые массивы Центрального Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2017. № 2. С. 67–81.
5. Схема территориального планирования Алагирского района Республики Северная Осетия – Алания. Раздел III. Материалы по обоснованию схемы территориального планирования. Владикавказ: Мастерская архитектора Козырева, 2009. 164 с.
6. Разумов В. В., Богданова Н. Д., Разумова Н. В., Висхаджиева К. С., Князев А. П. Активность основных оползневых массивов в бассейнах рр. Урсдон и Ардон (Республики Северная Осетия – Алания) // Инженерные изыскания. 2020. Т. XIV. № 2. С. 10–26.
7. Информационные бюллетени о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2004–2022 гг. М.: Изд-во «Геоинформмарк». 2005–2023. Вып. 28–46.
8. Информационные бюллетени о состоянии недр территории Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации за 2015–2023 гг. Ессентуки: Изд-во «Гидроспецгеология». 2016–2024. Вып. 12–20.
9. Караев Ю. И. Влияние опасных экзогенных геологических процессов на высоконапорные ГЭС (на примере Зарамагских ГЭС, РСО – Алания) // Геология и геофизика Юга России. 2013. № 4. С. 23–33.
10. Схема территориального планирования Дигорского муниципального района Республики Северная Осетия – Ала-

- ния: материалы для обоснования проекта. Дигора: Северо-Кавказский филиал ФГУП «ФКЦ «Земля», 2008. 52 с.
11. Тавасиев Р. А., Галушкин И. В. Опасные природные процессы в Цейском ущелье и их влияние на рекреационные комплексы // Вестник Владикавказского научного центра. 2007. Т. 7. № 2. С. 23–29.
 12. Хацаева Ф. М., Томаев В. А. Оползневая опасность бассейнов горных рек Республики Северная Осетия – Алания // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. С. 1821.
 13. Цгоев Т. Ф., Гриднев Е. А. Мониторинг экзогенных геологических процессов на территории РСО – Алания: состояние, проблемы и меры по их предотвращению // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2015. № 3 (13). С. 56–61.
 14. Чотчаев Х. О., Невская Н. И., Невский Л. Н. Генетические типы экзогенных геологических процессов, характерных для горных территорий Центрального Кавказа и состояние подземных пресных вод // Геология и геофизика Юга России. 2016. № 2. С. 97–116.
 15. Разумов В.В., Лиховид А.А., Шаповалов Д.А., Шагин С.И., Разумова Н.В., Богданова Н.Д. Оползневая деятельность на Северном Кавказе в XXI веке / под ред. проф. В.В. Разумова. М.: Феория; Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2022. 368 с.
 16. Томаев В. А., Хацаева Ф. М. Развитие оползней в зонах палеосейсмодислокаций горных территорий РСО – Алания // Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений. Материалы VII Международной конференции, Владикавказ. 2010. С. 14–18.
 17. Разумов В.В., Аджиев А.Х., Разумова Н.В., Кондратьева Н.В., Богданова Н.Д. База данных оползневых активизаций, произошедших на территории Республики Северная Осетия – Алания за 2005–2020 гг. // Заявка № 2022621563 от 29.06.2022 г. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022622742 от 03.11.2022 г.
 18. Разумов В.В., Богданова Н.Д., Разумова Н.В., Шальнев В.А. Опасность оползневой деятельности в Моздокском районе Республики Северная Осетия – Алания // Наука. Инновации. Технологии. 2024. № 2. С. 141–164.
 19. Доклады об экологической ситуации в Республике Северная Осетия – Алания в 2016–2019 гг. Владикавказ: Мини-

- стерство природных ресурсов и экологии Республики Северная Осетия – Алания. 2017–2020.
20. Информационные сводки о проявлениях экзогенных геологических процессов на территории Российской Федерации (по кварталам) за 2007–2023 гг. М.: Изд-во «Гидроспецгеология». 2007–2023.
 21. Информационные сводки о проявлениях экзогенных геологических процессов на территории Южного федерального округа (по кварталам) за 2005–2010 гг. Ессентуки: Изд-во «Гидроспецгеология». 2005–2010.
 22. Информационные сводки о проявлениях экзогенных геологических процессов на территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов (по кварталам) за 2011–2012 гг. Ессентуки: Изд-во «Гидроспецгеология». 2011–2012.
 23. Информационные сводки о проявлениях экзогенных геологических процессов на территории Северо-Кавказского федерального округа (по кварталам) за 2013–2023 гг. Ессентуки: Изд-во «Гидроспецгеология». 2013–2023.
 24. Колесникова А. М., Джгамадзе А. К. Инженерно-геологические условия и сейсмическая обстановка в районе Зарамагский ГЭС, причины возможной активизации опасных геологических и экзогенных процессов // Геология и геофизика Юга России. 2015. № 3. С. 63–74.

References

1. Dzodzikova ME, Badiiev YuS, Turiev AV, Butaeva FM. Ecological state of the air basin and morbidity and mortality among the population in the «Mountain Bush» of the Alagir District of the Republic of North Ossetia-Alania. Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center. 2013;13(3):48-54. (In Russ.).
2. Khatsaeva FM, Tomaev VA. Landslide processes in tectonically active zones of the territory of the Republic of North Ossetia-Alania. Collection «Topical issues of modern science and education». Krasnoyarsk; 2010. P. 239–242. (In Russ.).
3. State reports on the state and protection of the environment and natural resources of the Republic of North Ossetia-Alania in 2002–2017. Vladikavkaz: Ministry of Natural Resources and Environment of the Republic of North Ossetia-Alania; 2003-2018. (In Russ.).

4. Kühl EV. Tectonic landslide massifs of the Central Caucasus. *Geology and Geophysics of the South of Russia*. 2017;(2):67-81. (In Russ.).
5. Territorial planning scheme of the Alagir district of the Republic of North Ossetia-Alania. Section III. Materials for substantiating the territorial planning scheme. Vladikavkaz: Architect Kozyrev Workshop; 2009. 164 p. (In Russ.).
6. Razumov VV, Bogdanova ND, Razumova NV, Viskhadzhieva KS, Knyazev AP. Activity of the main landslide massifs in the basins of the Ursdon and Ardon rivers (Republic of North Ossetia-Alania). *Engineering surveys*. 2020;XIV(2):10-26. (In Russ.).
7. Information bulletins on the state of subsoil resources in the territory of the Russian Federation in 2004–2022. Moscow: Publishing house of OOO Geoinformmark; 2005–2023. Issues 28-46. (In Russ.).
8. Information bulletins on the state of subsoil resources in the territory of the North Caucasian Federal District of the Russian Federation for 2015-2023. Essentuki: Publishing house of the Southern Regional Center of the Federal State Budgetary Institution *Gidrospetsgeologiya*; 2016–2024. Issues 12-20. (In Russ.).
9. Karaev Yul. The influence of hazardous exogenous geological processes on high-pressure hydroelectric power plants (using the Zaramag hydroelectric power plants, Republic of North Ossetia-Alania as an example). *Geology and Geophysics of the South of Russia*. 2013;(4):23-33. (In Russ.).
10. Territorial planning scheme of the Digorsky municipal district of the Republic of North Ossetia-Alania. Materials for substantiating the project. Digora: North Caucasus branch of the Federal State Unitary Enterprise «Federal Scientific Center «Zemlya»; 2008. 52 p. (In Russ.).
11. Tavasiev RA, Galushkin IV. Hazardous natural processes in the Tsei Gorge and their impact on recreational complexes. *Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center*. 2007;7(2):23-29. (In Russ.).
12. Khatsaeva FM, Tomaev VA. Landslide hazard of mountain river basins in the Republic of North Ossetia-Alania. *Modern problems of science and education*. 2015;1(1):1821. (In Russ.).

13. Tsgoev TF, Gridnev EA. Monitoring of exogenous geological processes in the territory of the Republic of North Ossetia-Alania: status, problems and measures for their prevention Engineering and construction bulletin of the Caspian region. 2015;3(13):56-61. (In Russ.).
14. Chotchaev KhO, Nevskaya NI, Nevsky LN. Genetic types of exogenous geological processes characteristic of the mountainous territories of the Central Caucasus and the state of underground fresh water. Geology and Geophysics of the South of Russia. 2016;(2):97-116. (In Russ.).
15. Razumov VV, Likhovid AA, Shapovalov DA, Shagin SI, Razumova NV, Bogdanova ND. Landslide activity in the North Caucasus in the XXI century (ed. by Professor Razumov VV). Moscow: «Feoria» – Stavropol: «North Caucasian Federal University»; 2022. 368 p. (In Russ.).
16. Tomaev VA, Khatsayeva FM. Development of landslides in zones of paleoseismic dislocations of mountainous territories of the Republic of North Ossetia-Alania. Sustainable development of mountainous territories in the context of global changes. Proceedings of the VII International Conference, Vladikavkaz; 2010. Pp. 14-18. (In Russ.).
17. Razumov VV, Adzhiev AKh, Razumova NV, Kondratieva NV, Bogdanova ND. Database of landslide activations that occurred on the territory of the Republic of North Ossetia-Alania for 2005-2020. Application No. 2022621563 dated June 29, 2022. Certificate of state registration of the database No. 2022622742 dated November 3, 2022. (In Russ.).
18. Razumov VV, Bogdanova ND, Razumova NV, Shalnev VA. Landslide hazard in the Mozdok district of the Republic of North Ossetia – Alania. Science. Innovations. Technologies. 2024;(2):141-164. (In Russ.).
19. Reports on the environmental situation in the Republic of North Ossetia-Alania in 2016-2019. Vladikavkaz: Ministry of Natural Resources and Environment of the Republic of North Ossetia-Alania; 2017-2020. (In Russ.).
20. Information summaries on the manifestations of exogenous geological processes in the territory of the Russian Federation (by quarters) for 2007-2023. Moscow: Publishing house of the Center for State Marine and Marine Science of the Federal State Budgetary Institution “Gidrospetsgeologiya”. 2007-2023. (In Russ.).

21. Information summaries on the manifestations of exogenous geological processes in the territory of the Southern Federal District (by quarters) for 2005–2010. Essentuki: Publishing house of the Southern Regional Center for State Marine and Marine Science of the Federal State Budgetary Institution "Gidropetsgeologiya"; 2005-2010. (In Russ.).
22. Information reports on the manifestations of exogenous geological processes in the Southern and North Caucasian Federal Districts (by quarters) for 2011-2012. Essentuki: Publishing house of the Southern Regional Center for Geological and Marine Science of the Federal State Budgetary Institution "Gidropetsgeologiya"; 2011-2012. (In Russ.).
23. Information reports on the manifestations of exogenous geological processes in the North Caucasian Federal District (by quarters) for 2013-2023. Essentuki: Publishing house of the Southern Regional Center for Geological and Marine Science of the Federal State Budgetary Institution "Gidropetsgeologiya"; 2013-2023. (In Russ.).
24. Kolesnikova AM, Dzhgamadze AK. Engineering and geological conditions and seismic situation in the area of the Zaramagsky hydroelectric power station, reasons for the possible activation of hazardous geological and exogenous processes. Geology and Geophysics of the South of Russia. 2015;(3):63-74. (In Russ.).

Информация об авторах

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

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

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 Викторовна Разумова – 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-Altitude Geophysical Institute.

Natalia V. Razumova – Cand. Sci. (Geogr.), Associate Professor, the leading researcher of JSC Russian Space Systems.

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