



ГЕОФИЗИКА/GEOPHYSICS

DOI: <https://doi.org/10.60797/GEO.2026.8.3>

EDN: MIUBPO

АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ В ВЕРХОВЬЯХ РЕКИ ГЕРХОЖАН-СУ, СПРОВОЦИРОВАВШЕГО СЕЛЕВОЙ ПОТОК

Научная статья

Долова М.Л.^{1,*}, Лиев К.Б.²¹ ORCID : 0009-0009-5745-973X;² ORCID : 0000-0002-6940-9977;^{1,2} Высокогорный геофизический институт, Нальчик, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (madinadolova[at]yandex.ru)

Предложена: 15.06.2026; Принята: 12.08.2026; Опубликовано: 13.08.2026

Аннотация

В статье выполнен анализ количества атмосферных осадков, ставших причиной формирования селевого потока 31 июля 2025 г. в верховьях реки Герхожан-Су (район г. Тырныауз, Центральный Кавказ). На основе данных метеорологического радиолокатора проведена оценка параметров конвективной облачной системы, вызвавшей выпадение интенсивных ливневых осадков. С учетом особенностей горного рельефа, высоты зондирования и геометрии прохождения радиолокационного луча выполнена коррекция значений отражаемости и рассчитаны интенсивность, продолжительность и суммарное количество осадков. Установлено, что скорректированные характеристики ливня соответствуют критериям, необходимым для инициации селевого процесса. Полученные результаты сопоставлены с данными о ранее зарегистрированных селевых событиях в бассейне реки Герхожан-Су, что позволило оценить роль экстремальных осадков в формировании селевых потоков и уточнить взаимосвязь между метеорологическими условиями и развитием опасных гидрологических процессов.

Ключевые слова: селевые процессы, радиолокация, отражаемость, осадки, Северный Кавказ, Тырныауз.

ANALYSIS OF THE AMOUNT OF SEDIMENT IN THE UPPER REACHES OF THE GERKHOZHAN-SU RIVER, WHICH TRIGGERED A MUDSLIDE

Research article

Dolova M.L.^{1,*}, Liev K.B.²¹ ORCID : 0009-0009-5745-973X;² ORCID : 0000-0002-6940-9977;^{1,2} High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russian Federation

* Corresponding author (madinadolova[at]yandex.ru)

Suggested: 15.06.2026; Accepted: 12.08.2026; Published: 13.08.2026

Abstract

The article analyses the amount of atmospheric sediments that caused the mudslide on 31 July 2025 in the upper reaches of the Gerkhozhan-Su River (Tyrnauz district, Central Caucasus). Based on data from a meteorological radar, an evaluation was carried out of the parameters of the convective cloud system that caused the intense rainfall. Taking into account the specifics of the mountainous terrain, the sounding altitude and the geometry of the radar ray path, corrections were made to the reflectivity values, and the intensity, duration and total amount of sediments were calculated. It was established that the corrected characteristics of the rainfall met the criteria necessary to trigger a mudflow. The results obtained were compared with data on previously recorded mudslide events in the Gerkhozhan-Su River basin, which made it possible to assess the role of extreme precipitation in the formation of mudslides and to clarify the relationship between meteorological conditions and the development of hazardous hydrological processes.

Keywords: mudflow processes, radar, reflectivity, sediments, North Caucasus, Tyrnauz.

Введение

В горных регионах селевая угроза традиционно считается одним из наиболее опасных природных факторов: такие процессы развиваются стремительно, обладают высокой разрушительной способностью, а их краткосрочное прогнозирование до сих пор затруднено. Сам по себе сель — это плотная, высококонцентрированная смесь из воды и обломочной породы (включая песок, гравий и массивные валуны), несущая в себе огромный запас кинетической энергии [1].

Наибольшему воздействию при прохождении селевых потоков подвергаются объекты транспортной и инженерной инфраструктуры. При скоростях движения, достигающих нескольких метров в секунду и более, селевые потоки создают значительное динамическое давление, способное вызывать разрушение мостов, автомобильных дорог, инженерных коммуникаций и гидротехнических сооружений. Наиболее уязвимыми являются узкие горные долины, где происходит концентрация энергии потока и увеличение его разрушительного воздействия.

Фактор внезапности здесь ключевой. Достаточно метеоусловиям перешагнуть критический порог, как сель формируется в считанные минуты, практически не оставляя времени на своевременное оповещение людей.

Разрушение построек, прямой гидравлический удар и сопутствующие аварии на коммуникациях становятся главными поражающими факторами. Если говорить об экономическом аспекте, то ущерб складывается не только из разрушений как таковых, но и из долговременной изоляции районов, падения их инвестиционной привлекательности и нарушения хозяйственной деятельности.

Для Российской Федерации именно Северный Кавказ выступает очагом постоянной селевой угрозы. При этом бассейн реки Герхожан-Су можно назвать одним из самых детально изученных, но одновременно и самых опасных селевых узлов в границах Центрального Кавказа [1]. Местные опасные процессы фиксируются десятилетиями; для них характерны высокая регулярность, значительных объемов твердого материала и постоянный риск для жилых кварталов Тырнауза. В основе этой уязвимости лежит целый комплекс предпосылок: значительные запасы рыхлообломочного материала, крутые уклоны русел, интенсивное разрушение склонов и подпитка верховий тающими ледниками. Для защиты города здесь был возведен специальный селепропускной канал.

Как показали полевые изыскания, даже масштабные катастрофы 2011 и 2017 гг. не очистили русло: в канале продолжился занос обломочным материалом, что методично снижало его пропускную способность, повышая риски при новых паводках. Прохождение одиночных селевых волн способно локально поднять уровень донных отложений сразу на 1,5 метра. Именно поэтому текущий профиль русла и защитных сооружений — обязательный фактор при расчете актуальных рисков. Эти выводы о заиливании канала и его роли подробно аргументированы в публикациях М. Д. Докукина и др. [2], [3], [4].

В данном исследовании детально разбирается случай схода селя, зафиксированный 31 июля 2025 г. По своему происхождению этот поток принадлежит к чисто ливневому типу, генезис которого напрямую завязан на выпадение экстремальных дождей над ключевыми очагами формирования. Напомним, что в профильной науке выделяют три базовых класса селей: ливневые, гляциальные (ледниковые) и комбинированные гляциально-ливневые.

Участившиеся случаи экстремальных гидрометеорологических явлений ученые справедливо связывают с глобальными климатическими сдвигами. На Кавказе эта тенденция выражается в росте числа аномальных ливней, что автоматически увеличивает частоту схода грязекаменных потоков. Ретроспективный анализ показывает, что для бассейна реки Герхожан-Су характерна сложная динамика русловых процессов, где периоды интенсивного транзита наносов сменяются фазами их аккумуляции в русле. Данный факт подтверждают циклы детального мониторинга и видеофиксации прошлых лет [2], [3], [4]. Без учета этих нюансов невозможно корректно сопоставить метеорологические триггеры с реальным масштабом угрозы.

Методы и принципы исследования

Сравнение полученных нами индикаторов с историческими прецедентами 2011 и 2017 годов позволяет увидеть как общие черты, так и принципиальные отличия в пусковых механизмах. Согласно выводам Докукина и соавторов, события 3 августа 2011 года и серия паводков 14–15 августа 2017 года определялись в основном ледниково-гидрологическими процессами — скрытым накоплением и залповым прорывом талых вод из внутренних резервуаров ледника Каяартыбаши. В 2017 году именно мощный ледниковый импульс спровоцировал глубокий размыв русла и вовлек в движение залежалую породу.

В противовес им, селя 31 июля 2025 года имел принципиально иную природу — ливневую. Локация метеорадара четко зафиксировала рождение и прохождение мощной конвективной ячейки прямо над водосбором Герхожан-Су, обеспечившей выпадение высокоинтенсивных осадков непосредственно над селеформирующими участками реки. Таким образом, если в прежние годы (2011, 2017) катализатором служил прорыв ледниковых озер и внутренних полостей, то в 2025 году пусковым механизмом стал локализованный сверхинтенсивный ливень. Сходство же заключается в том, что в обоих сценариях бассейн обладал колоссальными объемами нестабильной рыхлой породы, способной вовлекаться в селевой процесс при водонасыщении. Согласно данным [4], в 2017 году объем выноса на конусе достиг 500–600 тыс. м³, что почти втрое перекрыло показатели 2011 года. Это подтверждает высокую степень селевой опасности бассейна, вне зависимости от того, что именно запустило процесс — ледник или облако.

Для вычисления параметров прошедшего ливня использовались архивные замеры метеорологического радиолокатора, развернутого на научно-исследовательском полигоне (НИП) ФГБУ «ВГИ» «Кызбурун» [5], [6], [8], [9]. Базовым индикатором при расчетах служил показатель максимальной радиолокационной отражаемости (Z , измеряемый в dBZ). Специфика горной местности заставила внедрить систему поправок, компенсирующую влияние следующих искажающих факторов [6], [7], [10]:

1. Ограничение видимости луча (экранирование) элементами горного рельефа.
2. Высотный разрыв между точкой зондирования и реальной поверхностью земли.
3. Естественное падение отражаемости по вертикали внутри грозовых облаков.

Процедура коррекции Z проводилась с опорой на вертикальный градиент в пределах $-4...-5$ dBZ на каждый километр высоты при вертикальном шаге в 1,5–2,5 км, что вылилось в итоговую надбавку порядка 8–12 dBZ. Трансформация скорректированного индекса отражаемости в реальную интенсивность осадков выполнялась через стандартные Z - R зависимости; при этом отсекалось потенциальное завышение сигнала, вызываемое крупным градом (твердыми гидрометеорами) [5], [7], [9], [10]. Общий объем выпавшей влаги определялся методом интегрирования интенсивности за весь период активности облачной ячейки над сектором. Дополнительно учитывались коэффициенты пространственной мозаичности дождей и орографического усиления потоков на наветренной стороне хребтов [5], [9].

Для верификации и расшифровки результатов нами были использованы данные по динамике селей. В этих исследованиях на основе хронометража видеозаписей, натурных экспедиций и спутниковых снимков были детально рассчитаны скоростные режимы, высота валов, а также внутренние алгоритмы движения селевых масс в разные временные отрезки.

Основные результаты

Первичные радарные наблюдения показали, что пиковая отражаемость внутри грозового фронта колебалась в пределах 50–51 dBZ (данные сведены в табл. 1).

Таблица 1 - Некоторые радиолокационные характеристики облака 31 июля 2025 года

DOI: <https://doi.org/10.60797/GEO.2026.8.3.1>

Дата	Время	Метеоявление	Zmax (dBZ)	H[Zmax] (км)	Htop (км)
31.07.2025	14:55	Гроза	50	7,5	18
31.07.2025	14:59	Гроза	51	4,8	18
31.07.2025	15:03	Гроза	51	5,5	18
31.07.2025	15:07	Гроза	48	4,5	12,4
31.07.2025	15:11	Гроза	48	4,5	13,2
31.07.2025	15:14	Гроза	42	5,2	11
31.07.2025	15:18	Гроза	38	4,5	10,6
31.07.2025	15:22	Гроза	37	4,2	10,3
31.07.2025	15:26	Гроза	34	4,5	10,2
31.07.2025	15:30	Гроза	35	4,5	10,1

Примечание: Zmax – максимальная радиолокационная отражаемость (dBZ), характеризующая концентрацию и размеры дождевых капель, градин и других частиц влаги в облаке; H[Zmax] – высота расположения максимальной отражаемости над уровнем моря, км; Htop – максимальная высота развития облака (верхняя граница радиоэха), км

При этом хронометраж показал: фаза максимальной интенсивности осадков (когда Z превышала 48 dBZ) длилась около 15–25 минут, тогда как суммарное время транзита дождевого облака над чашей водосбора заняло от 30 до 40 минут. Зафиксированный профиль указывает на классическое мощное конвективное облако с высокой интенсивностью осадкообразования (рис. 1). Параллельно стоит помнить о системных искажениях радарного сигнала, неизбежных из-за геометрии сканирования горного ландшафта [8], [9], [10].

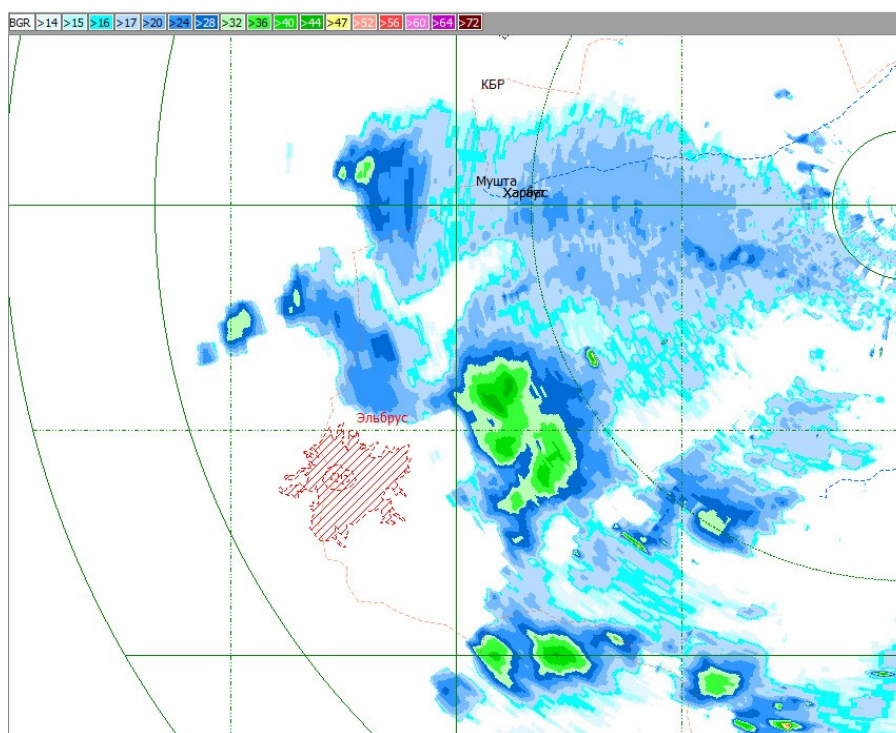


Рисунок 1 - Карта максимальной отражаемости 31 июля 2025 года

DOI: <https://doi.org/10.60797/GEO.2026.8.3.2>

В нашей ситуации технический комплекс расположен ниже высоты, на которой завязываются осадки, и вдобавок частично перекрывается горными хребтами (рис. 2).

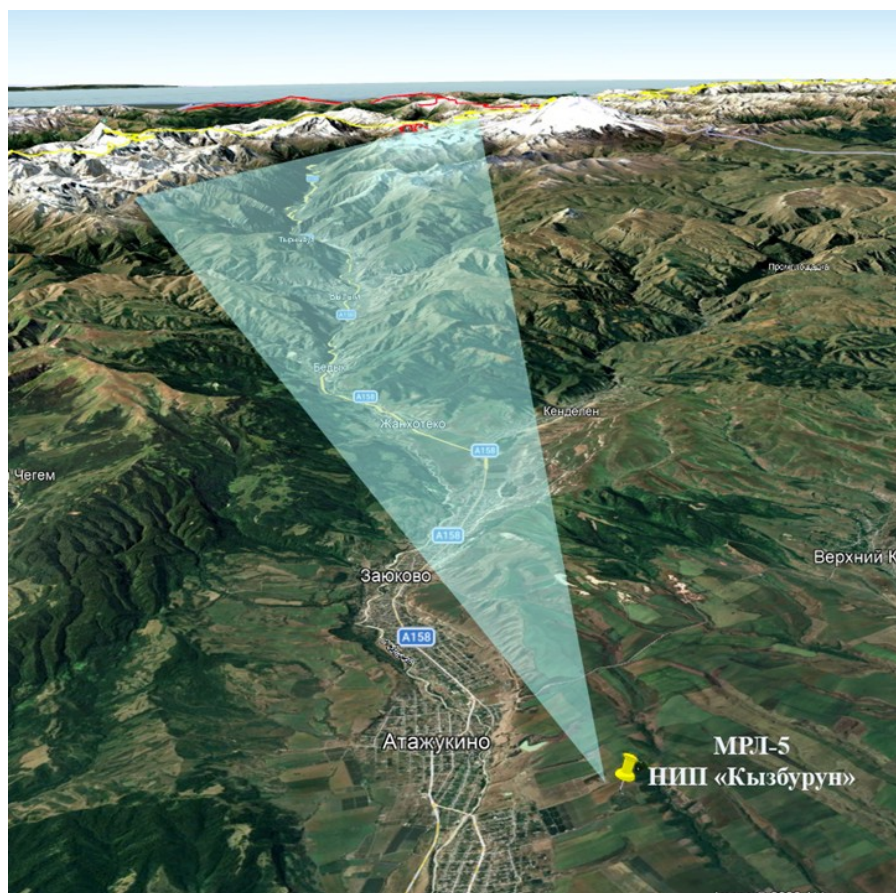


Рисунок 2 - Схематическое отображения луча над горным массивом
DOI: <https://doi.org/10.60797/GEO.2026.8.3.3>

Из-за эффекта срезания луча радар улавливает сигнал лишь от верхних ярусов облачной системы, где концентрация и габариты капель традиционно скромнее, чем у самой земли. Дополнительное влияние оказывает и орографический фактор, укрупняющий капли при их падении к подножию склонов. Совокупность указанных факторов ведет к закономерному занижению первичных радарных цифр.

После введения расчетных поправок реальный уровень отражаемости сместился к отметкам 58–62 dBZ, что указывает на чрезвычайно интенсивные ливневые осадки. Плотность осадков непосредственно над водосбором была оценена в районе 40–70 мм/ч. Учитывая, что пиковая фаза конвекции продолжалась 15–25 минут, ожидаемый слой дождевой воды можно рассчитать по классической зависимости:

$$H = I \cdot t$$

где H — слой осадков (мм), I — интенсивность осадков (мм/ч), t — продолжительность выпадения осадков (ч).

При интенсивности 40 мм/ч и продолжительности 15 мин (0,25 ч) слой осадков составит:

$$H = 40 \cdot 0,25 = 10 \text{ мм.}$$

При интенсивности 70 мм/ч и продолжительности 25 мин (0,42 ч):

$$H = 70 \cdot 0,42 \approx 29 \text{ мм.}$$

Таким образом, только за период кульминации грозовой ячейки на склоны выпало от 10 до 29 мм воды. Если же растянуть расчет на все время прохождения фронта (30–40 мин), итоговый слой осадков возрастает до 20–47 мм, что соответствует результатам интегральной математической модели в 25–40 мм. Подобные экстремальные объемы быстро приводят к водонасыщению и снижению устойчивости грунта на склонах.

Обсуждение

Интегральные расчеты подтверждают: за время прохождения грозового очага водосбор принял около 25–40 мм влаги. А с учетом локального орографического эффекта и застревания облачных масс между хребтами локальное количество осадков могло достигать 40–80 мм. Столь внушительные цифры существенно перекрывают критический порог селевой безопасности, провоцируя интенсивное водонасыщение склоновых отложений. Сравнение с базовыми трудами по динамике местных селей наглядно демонстрирует, что в схожих гидрометеорологических условиях

формируются грязекаменные валы со скоростями порядка 9–12 м/с при высоте фронтальной волны около 1,5–2,0 м [2]. Это прямое доказательство того, что создал условия, достаточные для формирования селевого потока.

Здесь критически важно учитывать волновой характер движения, описанный в работе. Для селевых потоков характерен волновой механизм движения, которое обеспечивает дополнительную мобилизацию и транспортировку ранее накопленного материала. Выходит, даже непродолжительный, но мощный удар стихии способен запустить многоволновой характер движения селевого потока. К тому же доказано, что значительная часть обломочного материала способна временно «застрывать» в русловых поворотах или карманах селепропускного канала, чтобы повторно вовлекаться в транспортировку. Данное обстоятельство отлично объясняет, почему при внешне одинаковых дождях масштабы последствий могут существенно различаться.

Таким образом, интенсивные осадки являются основным фактором инициации процесса, и одним из условий формирования характеристик селевого процесса. В частности, когда интенсивность перешагивает отметку 40–50 мм/ч, происходит водонасыщение склоновых отложений, сопровождающееся вовлечением в селевой поток дополнительных объемов обломочного материала различной крупности. Дальнейший приток дождевой воды переводит процесс в многоволновую фазу, что наглядно подтвердили хроники катастроф 2011 и 2017 гг.

Сквозное сопоставление наших результатов с выводами других авторов помогает точнее описать физику процесса. Выпадение 40–80 мм осадков за короткий промежуток времени не просто обеспечивает интенсивное водонасыщение грунтов, а формирует устойчивый, долгоживущий грязевой поток. И определяющую роль здесь играет динамика: именно интенсивность осадков определяет скорость, с которой поверхностный смыв трансформируется в разрушительный селя.

Важно добавить, что связь между объемом осадков и финальной энергией потока носит строго нелинейный характер. Минимальный шаг в сторону увеличения интенсивности дождя может спровоцировать существенное увеличение мощности селевого потока, за счет лавинообразного захвата новых объемов рыхлого донного материала. Этим и объясняется непредсказуемость последствий в границах одного и того же ущелья. Дополнительным фактором является предшествующий уровень влажности грунта. Если до этого в горах шли затяжные дожди, критический порог для схода селя резко падает, и даже скромный ливень может привести к формированию селевого потока. Резюмируя, можно утвердительно сказать: формирование селя — это всегда совокупность воздействия метеорологических и геоморфологических факторов, где ливень выполняет функцию основного иницирующего фактора.

Нельзя забывать и об эксплуатационном состоянии инженерной защиты Тырныауза, особенно селепропускного тракта. Исследования наглядно показывают: после каждого крупного инцидента толщина донных наносов в канале способна прирастать на 1,5 метра, существенно уменьшая его объем и создавая прямую угрозу перелива массы на жилые массивы.

Заключение

1. Проведенный анализ свидетельствует, что основным фактором формирования селевого потока 31 июля 2025 г. стали высокоинтенсивные конвективные осадки ливневого характера.

2. Скорректированная радиолокационная отражаемость на уровне 58–62 dBZ эквивалентна реальной интенсивности ливня в пределах 40–70 мм/ч.

3. Итоговое количество осадков (локально до 80 мм) существенно превысило критические пороги, необходимые для запуска селеформирования.

4. Сравнительный анализ с исторической базой подтверждает развитие высокоскоростного потока с кинематикой до 12 м/с.

5. Описана многоволновая природа прошедшего селя, включающая чередование фаз аккумуляции породы и ее повторного размыва новыми порциями воды.

Полученные результаты еще раз доказывают важность совместного анализа метеорологических и ландшафтных факторов для построения надежных прогнозных моделей.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Керимов А.М. Оценка и ранжирование селевого риска на Центральном Кавказе / А.М. Керимов, З.Т. Акшаяков, О.А. Курашева [и др.] // Сборник Докладов Всероссийской открытой конференции по исследованиям атмосферных и склоновых стихийных явлений в условиях современного изменения климата, посвященной 190 летию создания Гидрометеорологической службы России и 90-летию Эльбрусской высокогорной комплексной экспедиции АН СССР / Под ред. Л.М. Федченко [и др.]. — Нальчик: Принт Центр, 2024. — С. 352–355.

2. Докукин М.Д. Транзит и аккумуляция селей реки Герхожан-Су на участке селепропускного канала в городе Тырныауз / М.Д. Докукин, М.Ю. Беккиев, Р.Х. Калов // Гидросфера. Опасные процессы и явления. — 2021. — Т. 3. — №1. — С. 8–18. — DOI: 10.34753/HS.2021.3.1.8.



3. Докукин М.Д. Сель 3 августа 2011 г. в бассейне реки Герхожан-Су: причины, динамика и возможные последствия / М.Д. Докукин, Е.А. Савернюк, Е.М. Богаченко и др. // Геориск. — 2012. — № 2. — С. 48–56.
4. Докукин М.Д. Селевые потоки 14–15 августа 2017 г. в бассейне р. Герхожан-Су: условия формирования и динамика / М.Д. Докукин, М.Ю. Беккиев, Е.М. Богаченко [и др.] // Геориск. — 2018. — Т. 12. — № 3. — С. 82–94.
5. Инюхин В.С. Использование радиолокационных данных о поле осадков для оперативного прогноза дождевых паводков / В.С. Инюхин, А.В. Капитанников, С.А. Аксенов и др. // Труды Всероссийской конференции по селям 26–28 октября 2005 г / Под ред. М.Ч. Залиханов — Москва: URSS, Изд-во ЛКИ, 2008. — С. 49–57.
6. Лиев К.Б. Радиолокационный метод оповещения о селях и паводках ливневого происхождения / К.Б. Лиев // Защита народнохозяйственных объектов от воздействия селевых потоков. Материалы Международной конференции по селям, Пятигорск, 17–21 ноября 2003 г. — Пятигорск; Новочеркасск, 2003. — С. 77–79.
7. Лиев К.Б. Оповещение о паводках и селях радиолокационным методом / К.Б. Лиев, А.М. Абшаев // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Науки о Земле. — 2007. — № 5. — С. 49–53.
8. Лиев К.Б. Результаты апробации радиолокационного метода / К.Б. Лиев // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Науки о Земле. — 2010. — № 5. — С. 41–44.
9. Лиев К.Б. Сопоставление радиолокационных и наземных измерений / К.Б. Лиев, А.С. Малкаров // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Науки о Земле. — 2011. — № 6. — С. 36–40.
10. Абшаев М.Т. Радиолокационные методы оповещения / М.Т. Абшаев, К.Б. Лиев. // Безопасность жизнедеятельности. — 2007. — № 12. — С. 29–33.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kerimov A.M. Otsenka i ranzhirovaniye selevogo riska na Tsentralnom Kavkaze [Assessment and Ranking of Mudflow Risk in the Central Caucasus] / A.M. Kerimov, Z.T. Akshayakov, O.A. Kurasheva [et al.] // Collection of Reports of the All-Russian Open Conference on Research of Atmospheric and Slope Natural Phenomena in the Context of Modern Climate Change, dedicated to the 190th Anniversary of the Establishment of the Russian Hydrometeorological Service and the 90th Anniversary of the Elbrus High-Mountain Complex Expedition of the USSR Academy of Sciences / Ed. by L.M. Fedchenko [et al.]. — Nalchik: Print Tsentr, 2024. — P. 352–355. [in Russian]
2. Dokukin M.D. Tranzit i akkumulyatsiya selei reki Gerkhozhan-Su na uchastke selepropuskного канала в городе Тирмауз [Transit and Accumulation of Mudflows of the Gerkhozhan-Su River at the Mudflow Channel Section in the City of Tirmayuz] / M.D. Dokukin, M.Yu. Bekkiev, R.Kh. Kalov // Gidrosfera. Opasnie protsessy i yavleniya [Hydrosfera. Dangerous Processes and Phenomena]. — 2021. — Vol. 3. — № 1. — P. 8–18. — DOI: 10.34753/HS.2021.3.1.8. [in Russian]
3. Dokukin M.D. Sel' 3 avgusta 2011 g. v bassejne reki Gerkhozhan-Su: prichiny, dinamika i vozmozhny'e posledstviya [The mudflow of August 3, 2011 in the basin of the Gerkhozhan-Su River: causes, dynamics, and possible consequences] / M.D. Dokukin, E.A. Savernyuk, E.M. Bogachenko et al. // Georisk. — 2012. — № 2. — P. 48–56. [in Russian]
4. Dokukin M.D. Selevie potoki 14–15 avgusta 2017 g. v bassejne r. Gerkhozhan-Su: usloviya formirovaniya i dinamika [Mudflows of August 14–15, 2017 in the Gerkhozhan-Su River Basin: Formation Conditions and Dynamics] / M.D. Dokukin, M.Yu. Bekkiev, Ye.M. Bogachenko [et al.] // Georisk [Georisk]. — 2018. — Vol. 12. — № 3. — P. 82–94. [in Russian]
5. Inyukhin V.S. Ispolzovanie radiolokatsionnikh dannikh o pole osadkov dlya operativnogo prognoza dozhdevikh pavodkov [Using radar data on precipitation fields for operational forecasting of rain-induced floods] / V.S. Inyukhin, A.V. Kapitannikov, S.A. Aksenov et al. // Proceedings of the All-Russian Conference on Rills, October 26–28, 2005 / Ed. by M.Ch. Zalikhhanov — Moscow: URSS, LKI Publishing House, 2008. — P. 49–57. [in Russian]
6. Liev K.B. Radiolokatsionnii metod opoveshcheniya o selyakh i pavodkakh livneвого proiskhozhdeniya [Radar method of warning about mudflows and floods of storm origin] / K.B. Liev // Protection of national economic facilities from the effects of mudflows. Proceedings of the International Conference on Mudslides, Pyatigorsk, November 17–21, 2003. — Pyatigorsk; Novocheerkassk, 2003. — P. 77–79. [in Russian]
7. Liev K.B. Opoveshhenie o pavodkakh i selyakh radiolokatsionny'm metodom [Flood and mudflow warning by radar method] / K.B. Liev, A.M. Abshaev // Proceedings of Universities. North Caucasus region. Earth Sciences. — 2007. — № 5. — P. 49–53. [in Russian]
8. Liev K.B. Rezul'taty' aprobatsii radiolokatsionnogo metoda [Results of the radar method testing] / K.B. Liev // Proceedings of Universities. North Caucasus region. Earth Sciences. — 2010. — № 5. — P. 41–44. [in Russian]
9. Liev K.B. Sopostavlenie radiolokatsionny'x i nazemny'x izmerenij [Comparison of radar and ground-based measurements] / K.B. Liev, A.S. Malkarov // Proceedings of Universities. North Caucasus region. Earth Sciences. — 2011. — № 6. — P. 36–40. [in Russian]
10. Abshaev M.T. Radiolokatsionny'e metody' opoveshcheniya [Radar methods of warning] / M.T. Abshaev, K.B. Liev. // Life Safety. — 2007. — № 12. — P. 29–33. [in Russian]