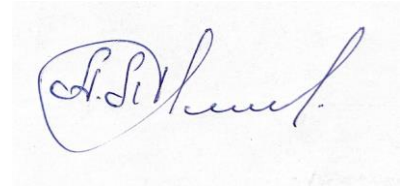


На правах рукописи



Анаев Мухамат Азретович

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СКЛОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ
НА ТЕРРИТОРИИ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Специальность 1.6.21. Геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Грозный 2023

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования "Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова"

- Научный руководитель:** **Гуня Алексей Николаевич**, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник, руководитель Центра горных исследований, Федеральное государственное бюджетное Учреждение науки Институт географии Российской академии наук, г. Москва.
- Официальные оппоненты:** **Братков Виталий Викторович**, доктор географических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», г. Москва
Идрисов Идрис Абдулбутаевич, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное Учреждение науки Институт геологии Дагестанского научного центра РАН, г. Махачкала
- Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Горно-Алтайский государственный университет (ФГБОУ ВО ГАГУ), г. Горно-Алтайск

Защита состоится «29» февраля 2024 года в ____ часов на заседании объединенного совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 999.228.03 при ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр РАН», ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова» по адресу: г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а (ГФИ ВНЦ РАН).

Отзывы на автореферат (заверенные печатью, в двух экземплярах) просим направлять по адресу: 364051, Чеченская Республика, г. Грозный, пр. Х. Исаева, д. 100, на имя ученого секретаря диссертационного совета 99.0.075.03 (Д 999.228.03) З.Ш. Гагаевой. E-mail: geodissovets@mail.ru. Факс: 8 (8712) 22-36-07.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. академика М.Д. Миллионщикова» и на сайтах: https://gstou.ru/science/dissertation_council/ и vak.minobrnauki.gov.ru.

Автореферат разослан «__» _____ 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 999.228.03, к.г.н.

 **З. Ш. Гагаева**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время глобальные изменения климата, сопровождающиеся экстремальными погодными явлениями, увеличивают существующие риски стихийных бедствий. В этой ситуации особенно важно обеспечение устойчивого развития территории, защита населенных пунктов, объектов экономики и экологии от угроз разрушения и возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС). По данным Росгидромета, в последние годы фиксируется более 500 опасных природных процессов и явлений в год, приводящих к ЧС, человеческим жертвам и значительному ущербу сельскому хозяйству, флоре, фауне, строениям, транспортным коммуникациям, линиям электроснабжения, связи, водо-, газоснабжения и другим объектам.

Территории Северо-Кавказского и Южного федеральных округов наиболее подвержены воздействию стихии, здесь отмечается четверть всех ЧС природного характера в Российской Федерации. Наибольшую опасность при освоении территории Кабардино-Балкарской республики (КБР) представляют склоновые процессы - оползни, сели, лавины, проявление которых может быть связано с человеческими жертвами. Актуальность темы исследования обуславливается необходимостью предупреждения активизации данных процессов, прогнозирования возникновения ЧС, что возможно только при систематическом ведении мониторинга, принятии управленческих решений и проведении превентивных мероприятий.

Степень разработанности проблемы.

Склоновые процессы на территории Кабардино-Балкарии, их распространение, активность проявления, опасность для экологии и населения представлены в трудах ряда ученых: М.Ч. Залиханов, В.В. Разумов, Д.Г. Гонсировский, П.В. Царев, Т.Н. Мезенина, Н.П. Стрешнева, Ю.Б. Файнер, Н.С. Рябов, В.А. Громов, В.Ф. Копнин, И.Б. Сейнова, Е.А. Золотарев, С.М. Флейшман, В.Ф. Перов, И.В. Мальнева, Н.К. Кононова, А.И. Шеко, С.С. Черноморец, Д.А. Петраков, А.Х. Аджиев, В.Р. Болов, Н.В. Кондратьева, М.Д. Докукин, М.М. Хаджиев, А.Н. Божинский, А.Д. Олейников, Н.А. Володичева, В.Д. Панов и других.

Несмотря на то, что ведутся регулярные метеорологические наблюдения в соответствии с регламентом Росгидромета, наблюдения за склоновыми процессами пока не имеют достаточного обоснования и необходимой регулярности, они активизируются лишь после значительных катастроф. Инструментальные наблюдения за развитием склоновых процессов происходят лишь на отдельных участках, в основном, эпизодически.

Многочисленным публикациям исследователей присущ большой диапазон мнений при освещении отдельных аспектов освоения гор и динамики склоновых процессов. Вместе с тем, изучение вопросов, связанных с освоением горных территорий, требует комплексного и трансдисциплинарного подхода, объединяющего исследователей разных областей (естественно-научных, социально-экономических и технических), для того чтобы охватить весь комплекс явлений: хозяйств

о и расселение, динамику гидрометеорологических явлений и склоновых процессов, надежность защитных сооружений, создание адаптивных систем обеспечения безопасности, жизни и деятельности людей горных территорий и др. К таким исследованиям следует отнести работы по горной геоэкологии, заложенной еще в трудах К. Тролля. В России это направление представлено в трудах Ю.П. Селиверстова, С.М. Мягкова, Ю.П. Баденкова, А.Н. Гуни, Г.Н. Огуреевой, В.М. Плюснина, В.С. Ревякина, Д.В. Черных, К.В. Чистякова и др.

Цель данной работы: разработать геоэкологические основы мониторинга склоновых процессов на территории Кабардино-Балкарской республики для обеспечения защиты населения и объектов народного хозяйства.

Объектом исследования являются природно-хозяйственные системы, находящиеся под воздействием склоновых процессов.

Предметом исследования является распространение, динамика и мониторинг наиболее динамичных склоновых процессов - селей, оползней и лавин, оказывающих существенное влияние на природу и хозяйство КБР.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи:**

1. Обобщить опыт мониторинговых исследований опасных склоновых процессов и отразить особенности геоэкологического мониторинга.

2. Проанализировать условия и факторы проявления склоновых процессов на территории КБР.

3. Изучить главные особенности распространения и характер проявления селей, лавин и оползней на территории КБР.

4. Разработать рекомендации и провести районирование территории Кабардино–Балкарской Республики для мониторинга склоновых процессов.

Материалы и методы исследований. В основе работы лежат комплексные методы исследования, включающие: 1) полевые обследования с картографированием природных и природно-хозяйственных комплексов, испытывающих влияние тех или иных склоновых процессов; 2) дешифрирование снимков для выявления распространения, динамики и масштабов проявления склоновых процессов; 3) геоинформационный анализ условий проявления склоновых процессов; 4) обобщение фондовых и литературных материалов, в частности: государственные доклады и отчеты министерств и ведомств РФ, архив МЧС РФ, справочники и информационные бюллетени по опасным природным процессам и явлениям в субъектах РФ. Использован материал многолетних исследований автора по изучению потенциальных источников ЧС природного и техногенного характера на территории Северо-Кавказского федерального округа РФ и Кабардино–Балкарской Республики (КБР), в частности. Большой массив данных был получен в результате дешифрирования космических снимков высокого разрешения с последующей обработкой в геоинформационной среде. Были использованы цифровые модели рельефа, на основе которых были созданы карты углов наклонов, экспозиций. В среде ГИС были созданы также карты распространения основных склоновых процессов, районирование территории для организации геоэкологического мониторинга. Особый блок данных представляла информация по организации мониторинга склоновых процессов, оценка эффективности мероприятий по предупреждению и защите.

В работе использовались материалы по изучению склоновых процессов в течение XX и XXI вв. Наиболее насыщенным по исследованиям был период с 1960 по 1980-е гг. Результаты работ в эти годы отражены в большом количестве научно-технических отчетов, монографий, карт, в частности, Карте экзогенных геологических процессов России (2000, масштаб 1:2500 000), Атласе «Недра России» (2011), включая «Карту современных геологических процессов Кабардино-Балкарской республики».

Положения, выносимые на защиту:

1. Разработана двухуровневая система геоэкологического мониторинга склоновых процессов, состоящая из базового и оперативного мониторинга и опирающаяся на соответствующие информационное обеспечение и мероприятия по слежению и защите от опасных природных процессов.

2. Система геоэкологического мониторинга склоновых процессов на территории КБР базируется на анализе и учете природно-ландшафтных и хозяйственных различий в освоении территории, наблюдении и получении информации как за природными процессами, так и за хозяйственной активностью.

3. Наиболее активные склоновые процессы на территории КБР, вызывающие ЧС разного масштаба – лавины, сели и оползни, подчинены высотно-зональной дифференциации, распределены крайне неравномерно и обнаруживают эффекты наложения в наиболее острых ареалах проявления ЧС.

4. Система геоэкологического мониторинга различается по комплексу наблюдения и наборам стратегий защиты для 12 районов, выделенных по результатам геоэкологического районирования территории КБР.

Научная новизна исследования:

Впервые для территории КБР выполнены анализ и обобщение характера распространения и наложения различных склоновых процессов. Впервые проведено районирование территории горного региона для ведения геоэкологического мониторинга склоновых процессов, в котором выделены районы разной потенциальной опасности и ключевые участки для постоянного мониторинга. Впервые предложена система управленческих решений в

области мониторинга и управления ЧС, вызванных склоновыми процессами, основанная на учете особенностей природопользования и характера управления на муниципальном уровне.

Практическая значимость исследований состоит в использовании разработанной системы геоэкологического мониторинга склоновых процессов с учетом их распространения, динамики и наложения. Результаты, полученные в ходе исследования, могут быть полезны для кадастровой оценки земель, разработки проектов рационального природопользования и схем защиты населенных пунктов и народно-хозяйственных объектов от опасных природных и техногенных процессов, оптимизации сил и средств для сбора информации для оценки вероятности проявления ЧС, вызванных склоновыми процессами.

Работы проводились в рамках реализации специальной подпрограммы МЧС России по оценке опасностей и снижению риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Кабардино-Балкарской Республике, обеспечению необходимого уровня защищенности населения, материальных и культурных ценностей от опасностей, возникающих при неблагоприятных природных явлениях и чрезвычайных ситуациях.

Достоверность результатов обеспечивается применением современных способов обработки исходных данных, анализа фактического материала, системным подходом к исследованию и натурным обследованиям реальных объектов, репрезентативностью и надежностью данных, полученных в ходе длительных наблюдений, сопоставимостью результатов исследований и практики.

Апробация результатов. Результаты выполненных исследований доложены на различных международных, всероссийских и региональных конференциях, рассматривались и докладывались на различных совещаниях при Правительстве КБР, а также на рабочих совещаниях администраций муниципальных образований республики. Автор принимал участие с докладами на ряде научных и научно-практических конференций: IX конференции молодых ученых КБНЦ РАН (Нальчик, 2008), конференции Росгидромета «Теоретические

и экспериментальные исследования конвективных облаков» 18 – 20 ноября 2008 г., XV Всеросс. науч.-практич. конф. (13 – 14 окт. 2016, Москва, ФКУ Центр «Антистихия» МЧС РФ), XVI Всероссийской научно-практической конференции (27 – 28 сен. 2017, Москва, ФКУ Центр «Антистихия» МЧС РФ), V международной конференции «Селевые потоки, катастрофы, риск, прогноз, защита» (Тбилиси, 2018), двадцатых Сергеевских чтениях «Обращения с отходами: задачи геоэкологии и инженерной геологии, конференции в рамках IX Международного форума «Экология» (22 марта 2018 г., Москва), на конференциях «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве» Москва (2018-2022 гг.), Всероссийской научно-практической конференции «Изучение опасных природных процессов и геотехнический мониторинг при инженерных изысканиях» (Москва, 18.03.2022 г.), XII Всероссийской научно-технической конференции «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа» (Махачкала, 15-19 июня 2022 г.).

Предложения автора по анализу склоновых процессов и принятию управленческих решений частично внесены в программу ГО ЧС КБР.

Публикации. Основные положения диссертации нашли отражение в 22 статьях общим объемом 136 стр. (15,71 усл.п.л.), в том числе 7 опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК, 5 включенных в РИНЦ.

Структура и объем диссертации. Диссертация имеет введение, 4 главы и заключение, изложена на 130 стр., содержит 31 рис, 10 таблиц. Список использованных источников включает 197 наименований, в том числе 54 на иностранном языке. Из них за последние 5 лет опубликованы 36 источников.

Автор благодарен научному руководителю д.г.н. А.Н. Гуня, а также д.ф.-м.н., проф. И.А. Керимову, д.т.н. проф. М.Ю. Беккиеву, д.ф.-м.н. В.Б. Заалишвили, к.г.-м.н. И. В. Мальневой, за поддержку и помощь в работе. Автор признателен соавторам по научно-исследовательским работам за предоставленную возможность использовать в данной диссертации материалы совместных изысканий и публикаций.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, формулируются основные цели и задачи диссертации, научная новизна, практическая ценность работы, выдвинуты основные положения, выносимые на защиту, приведены другие сведения о работе, ее объеме и структуре.

Глава 1. Геоэкологический мониторинг склоновых процессов: основные подходы и структура. Изучение склоновых процессов на территории КБР происходило неравномерно. Выделяются 4 основных этапа: 1) эпизодические исследования до начала XX в.; 2) горнопромышленные изыскания 1920-х – 1950-х годов, 3) «золотые» десятилетия комплексных исследований и зарождения школ 1950-х – 1980-х гг., 4) с 1990-х гг. – современный этап инструментальных наблюдений с помощью ДДЗ и ГИС. Период 1950-х – 1980-х гг., можно в праве назвать наиболее продуктивным. Именно в эти годы изучался режим проявления лавин и селей, возникли селевая (С.М. Флейшман, В.Ф. Перов, И.Б. Сейнова, Ю.Б. Виноградов, В.А. Герасимов, П.В. Ковалев, В.В. Разумов.) и лавинная (Г.К.Тушинский) школы. Интенсивные снеголавинные исследования проводились М.Ч. Залихановым, К.С. Лосевым А.Н. Божинским и другими учеными. Большое внимание на третьем этапе было уделено изучению экзогенных процессов в целом (Д.Г. Гонсировский, П.В. Царев, А.Н. Островский, Ю.Б. Файнер, Н.П. Стрешнева и др.). В XXI в. значимыми стали исследования специалистов МГУ им. М.В. Ломоносова (С.С. Черноморец, Д.А. Петраков, Н.А. Володичева и др.), ВГИ (Н.В. Кондратьева, М.Д. Докукин, М.М. Хаджиев и др.), института Севкавгидророзводхоз (работы Э.В. Запорожченко) и др.

Значимость информации о склоновых процессах в ходе освоения территории КБР менялась от случайно полученной эпизодической информации к ее целенаправленному получению и использованию в управлении (табл. 1).

Таблица 1.

Значимость информации о склоновых процессах в процессе освоения территории КБР

Период освоения	Информация о склоновых процессах	Особенности сбора и использования информации
До 1920-х гг.	Эпизодическая, в основном по катастрофическим событиям	Целенаправленного сбора не велось
1920-е – 1950-е гг.	Сведения о склоновых процессах в ареалах нового освоения, прокладки дорог и др.	Проектно-изыскательские работы по склоновым процессам в отдельных районах
1950-е гг. – 1990-е	«Золотой» период в изучении склоновых процессов: распространения, режима и др.	Детальное изучение в Приэльбрусье на стационарах, региональные обобщения
С 1990-х по наст. время	Спад финансирования привел к снижению числа работ. Позднее началась целенаправленная государственная поддержка мониторинга ЧС	Широкое применение ГИС и материалов ДДЗ позволяют перейти к региональным регулярным наблюдениям

Для осуществления геоэкологического мониторинга склоновых процессов на территории горного региона, которым является КБР, необходима информация четырех типов: а) об условиях и факторах проявления склоновых процессов; б) о хозяйственной деятельности, которая приводит к возникновению ЧС в результате проникновения в зоны действия склоновых процессов или же их провоцирования; в) о знаниях, лежащих в основе стратегий и мероприятий по защите и предупреждению проявления склоновых процессов; г) совокупность знаний об организации и управлении.

Различаются два уровня комплексного геоэкологического мониторинга (рис. 1). **Базовый мониторинг** направлен на наблюдения за длительно временными процессами, накопление информации идет за счет сбора и переосмысливания уже свершившихся событий. На этой основе осуществляется выявление и уточнение зон с различными уровнями опасности. Вся территория разграничивается на «красную» (запрет или сильное ограничение деятельности человека), «желтую» (специальное регулирование масштабов, типов и интенсивности деятельности человека),

«зеленую» (деятельность человека не ограничивается в контексте охраны от проявления склоновых процессов).



Рис. 1. Уровни геоэкологического мониторинга

Оперативный мониторинг направлен на наблюдение за краткосрочными и слабопредсказуемыми склоновыми процессами, в основном, на специальных ключевых участках и стационарах. Именно оперативный мониторинг - наиболее трудное и высокзатратное звено в системе геоэкологического мониторинга.

Выделяются три основных стратегии, различающиеся по набору мероприятий, направленных на снижение ущерба от склоновых процессов (табл. 1): 1) избегание опасных склоновых процессов (обозначение «красных» зон, где запрещается или резко ограничивается хозяйственная деятельность); 2) адаптация к режимам склоновых процессов в ареалов их проявления, - обозначение и разграничение «желтых» и зеленых зон, разработка рекомендаций по адаптации; 3) изменение природных условий таким образом, чтобы существенно снизить или совсем прекратить действие того или иного склонового процесса, например, строительство противолавинных туннелей, селеотводных стенок и т.д.

Глава 2. Геоэкологические условия и факторы проявления склоновых процессов на территории КБР. К основным геоэкологическим характеристикам региона, определяющим главные особенности проявления склоновых процессов, относятся горный рельеф, горный климат, растительный покров и хозяйственная освоенность. При оценке относительной значимости и опасности проявления различных процессов следует отметить, что наибольшую опасность при освоении и эксплуатации территории представляют оползни, сели, лавины.

Важнейшими факторами проявления склоновых процессов на территории КБР являются рельеф и геологическое строение. Развитие склоновых процессов приурочено к определенным формам рельефа. Территория республики сложена различными по возрасту и подверженности к выветриванию горными породами: от кристаллических сланцев протерозоя и гранитов палеозоя – к более легко разрушающимся экзогенными процессами песчаникам и известнякам юры, мела, а также глинистым отложениям палеоген-неогена. Горные породы обладают различными прочностными свойствами, скоростью выветривания, водопрочностью, что определяет скорость и накопление рыхлообломочного материала.

Климатические условия как медленно изменяющийся фактор определяют тенденцию развития склоновых процессов. От них зависит количество получаемого тепла, степень и режим увлажнения. Активизация склоновых процессов (оползней, селей, лавин и др.) в той или иной степени связана с изменением увлажненности территории, причем имеет значение не только количество осадков, но и режим увлажнения и температуры воздуха, т.е. характер погоды на конкретной территории.

Учитывая геолого-геоморфологическую поясность рельефа и климатические изменения с высотой, можно выделить четыре основных климатических высотных зон, различающиеся по сочетанию и интенсивности проявления основных склоновых процессов – лавин, селей и оползней. Высокогорная нивально-гляциальная выше 3000-3500 м отличается почти круглогодичным сходом лавин, зарождением селей и практически отсутствием оползней. Среднегорно-высокогорная зона в пределах высот

1500-3000 м характеризуется резкими контрастами сочетания проявления лавин в зимне-ранневесеннее время и селей – в летнее. Здесь выпадает значительное количество осадков, что способствует развитию здесь оползневых процессов, эрозии. Среднегорная - в пределах высот 600-1500 м - отличается редким проявлением лавин в относительно короткий зимний период, проявлением селей и оползней в летнее время. Низкогорная зона- до 700 м – характеризуется круглогодичной опасностью схода оползней.

Хозяйственная деятельность играет двоякую роль в проявлении склоновых процессов. С одной стороны, деятельность человека способна активизировать склоновые процессы за счет деградации растительности на склонах, изменении рельефа (например, подрезка склонов при прокладке дорог). С другой стороны, деятельность человека весьма неравномерна в пространстве. В одних местах наблюдается высокая плотность населения и хозяйственных объектов, а в других – присутствие человека минимально. В процессе исторического освоения на распространение и активизацию склоновых процессов играли и играют важную роль террасовое земледелие на склонах, отгонно-пастбищное животноводство, горнопромышленное использование, туризм и рекреация, лесопользование, природоохранная деятельность (табл. 2).

Таблица 2

Влияние природопользования на склоновые процессы в КБР

Вид природопользования	Период и ареалы распространения	Влияние на склоновые процессы
Террасовое земледелие	До XX в., 700-1500 м	Забрасывание террас привело к очаговому развитию оползней
Отгонно-пастбищное животноводство	Постоянно и почти повсеместно до 3000 м	Перевыпас ведет к эрозии, развитию оползней и селей
Горно-промышленное использование	XX в., очаговое распространение	Селевые проявления на отвалах, косвенное влияние на окружающий ландшафт за счет роста численности населения
Туризм и рекреация	Вторая половина XX в., высокогорье и низкогорья	Влияние в основном через строительство инфраструктуры

Лесопользование	До начала XX в., особенно вблизи селений	Многие леса вторичные, сведение лесов привело к неустойчивости склонов, широкому распространению лавин и оползней
Природоохранная деятельность	С XX в., ареалами. Больше всего – в высокогорье	Ограничение хозяйственной деятельности благоприятно сказалось на устойчивости склонов

Глава 3. Распространение и характер проявления селей, лавин и оползней на территории КБР. Для оценки опасности и риска склоновых процессов при разработке геологического мониторинга необходимы сведения о распространении этих процессов и характере их проявления на территории КБР. Распространение снежных лавин ограничено высокогорной зоной. Лишь четверть лавинных очагов можно считать реальными источниками угроз и схода катастрофических лавин, наносивших или наносящих ныне ущерб. Большинство лавинных очагов являются потенциально опасными для человека, но при расширении освоения они могут также стать непосредственными источниками угроз. Согласно исследованиям (Разумов и др., 2013), в КБР имеется 132 лавинных участка. Среди них лишь первые несколько десятков приурочены к местам тесного соприкосновения с хозяйственной деятельностью (дороги, линии энергоснабжения и связи, жилые и производственные комплексы). Наиболее лавиноопасным районом является Приэльбрусье, здесь находится 35 лавиноопасных очагов. К Приэльбрусью приурочены и основные катастрофические лавины (1976, 1993 гг.).

Распределение проявления селей имеет зональный характер. Зона почти сплошного проявления селей приходится на среднегорье, переходящее в высокогорья. Именно здесь имеются благоприятные условия для проявления селей: высокая гравитационная энергия, выпадение обильных осадков в теплое время, наличие рыхлообломочного материала в виде продуктов выветривания моренного материала, других склоновых отложений. Селепроявления крайне неравномерны по годам: пики приходятся на годы, когда имеются наиболее благоприятные климатические обстановки.

Согласно данным (Разумов и др., 2013), в КБР 228 селевых бассейнов от локальных до массовых катастрофических (2000, 2017 гг.). Наибольшее количество селей с незначительными объемами выноса в начале XXI в. отмечается в 2005, 2006, 2010, 2014, 2019 гг. Все они в той или иной степени обусловлены метеорологическими факторами. Вследствие тенденции повышения температуры воздуха в начале XXI в. были созданы условия для изменения условий абляции, повышения снеговой линии на ледниках, которые сохраняются до настоящего времени. Поэтому в селеопасный период высокие значения температуры воздуха и даже совпадающие с ними периоды значительного количества осадков недостаточны для формирования мощного селевого потока.

Распространение оползней обусловлено комплексными ландшафтными факторами, прежде всего, геолого-геоморфологическими особенностями, а также степенью деградации растительности внутри ландшафтного высотного пояса. В высокогорье оползни распространены редко, они приурочены в основном к рыхлым моренным отложениям на склонах. Наиболее часто оползни встречаются в среднегорье, в особенности в межгорных котловинах, которые давно освоены и где ведется отгонно-пастбищное животноводство. Другой ландшафтной зоной, где оползни также часто распространены, является низкогорно-лесная зона на рыхлых палеоген-неогеновых отложениях. Вырубка лесов в этой зоне приводила к неустойчивости склонов, многие оползневые очаги слабо заметны на снимках вследствие лесовозобновления. Факторами, определяющими активность проявления оползней, являются: увлажненность территории, речная эрозия (расходы рек) - в долинах рек. Важнейшим фактором активизации оползней является общая увлажненность территории, характеризующаяся годовым количеством осадков, осадками за характерные периоды года. Анализ известных случаев активности проявления оползней и годовых сумм осадков показал совпадение периодов активизации оползневых процессов с экстремумами годовых сумм осадков.

В последние годы активизация оползней на Северном Кавказе во многих случаях связана с хозяйственной деятельностью. Катастрофические оползневые процессы приурочены к дорогам и населенным пунктам:

Тырныауз, Булунгу, Герпегеж, Былым, Заюково, Каменноостское, Сармаково.

Лавины, сели и оползни по-разному накладываются в пространстве и образуют четыре высотно-зональных сочетания: высокогорная зона, где преобладают лавины, зона наложение лавинной и селевой деятельности при редком проявлении оползней, зона наложения селей и оползней, наиболее широкая зона распространения оползней, захватывающая нижние этажи гор (рис. 2). Эффекты наложения этих процессов выражены в расширении пространственно-временных рамок проявления, повышении рисков жизнедеятельности и взаимоусилении процессов.

Анализ активности оползневых, селевых и других склоновых процессов показывает специфическую особенность территории - широкое проявление «цепочечных» парагенезов. Под этим термином понимаются случаи, когда проявление одного генетического типа процесса вызывает или усиливает другой, например: русловая эрозия водотоков провоцирует активизацию оползней, для которых русло является базисом оползания, затем русло перекрывается запрудным озером, его прорывом и формированием прорывного селя. Селевой поток резко активизирует русловую эрозию, и цикл повторяется. В высокогорной зоне примером «цепочечного» парагенеза является активизация основного типа оползней – оползней-потоков, которые активизируются летом при интенсивном таянии ледников и погребенных льдов, а весной при таянии снежного покрова. Ярким примером катастрофической активизации оползней может быть ситуация с оползнем Бузулган в долине р. Герхожан-су. 13 - 14 августа 2020 г. Произошла аномальная подвижка оползня Бузулган, подобной которой не было 50 лет. Активизация оползня не была связана с выпадением атмосферных осадков, а обусловлена синергетическим воздействием всех факторов оползневого процесса.

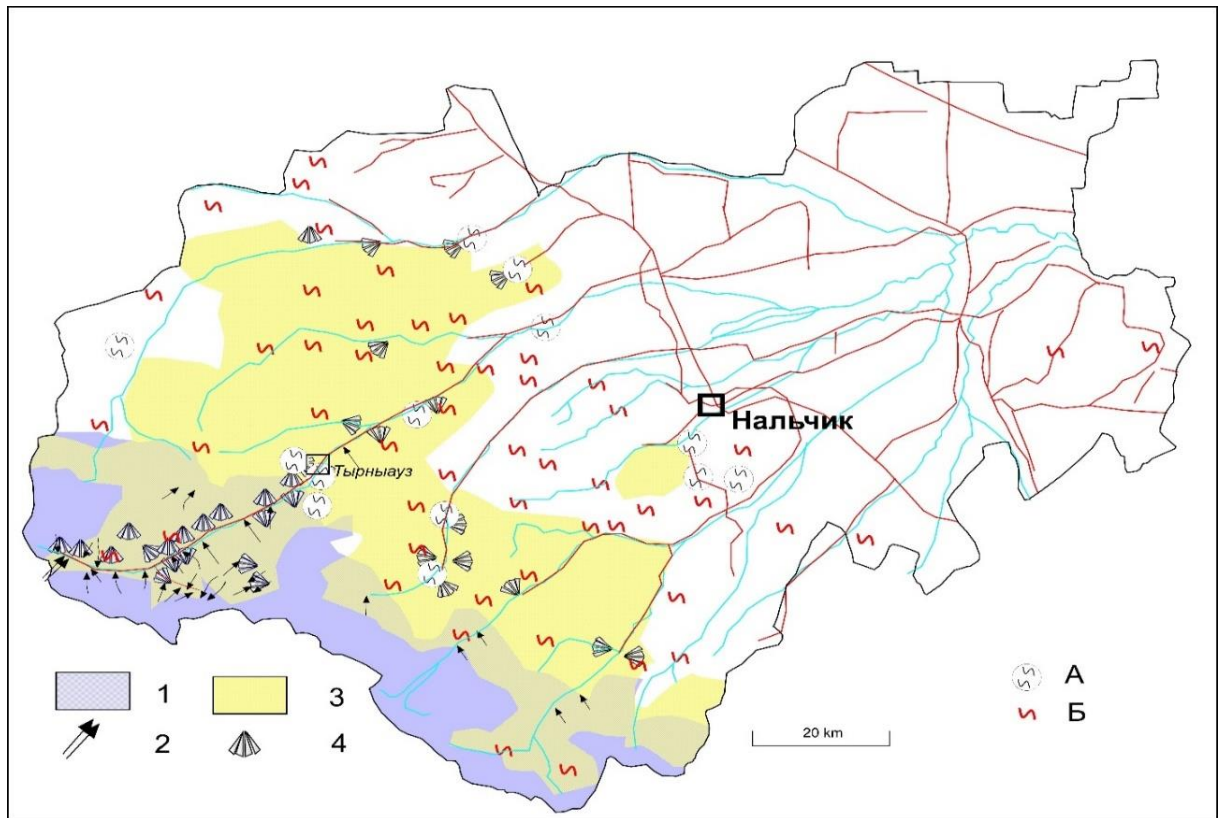


Рис. 2. Распространение ареалов проявления лавин, селей и оползней: 1 – зона сплошного воздействия лавин, 2 – катастрофические лавины, 3 – зона селепроявления в сочетании с оползнями, 4 – катастрофические сели. А – катастрофические оползни, Б – проявление оползней различной интенсивности. Между зонами сплошного лавинопроявления и оползнепроявления отображено наложение селевой, лавинной и оползневой активности (коричневый цвет)

Глава 4. Геоэкологический мониторинг склоновых процессов на территории КБР. Среди трех основных стратегий управления рисками на территории КБР (избегания, адаптации и изменения) наиболее используются стратегии избегания и изменения. Карта зон и ареалов с различной степенью активности склоновых процессов отражает ареалы трех типов: запретные зона (красная), с высокой активностью и широким распространением склоновых процессов; зона повышенной активности склоновых процессов (желтая), где необходимо встраивание и адаптация хозяйственной деятельности; зона отсутствия склоновых процессов (зеленая), где ограничений для хозяйственной деятельности нет (рис. 3). Слабо используется стратегия адаптации, которая базируется на разнообразных знаниях по встраиванию в ландшафт, в том числе используется знание местного населения.

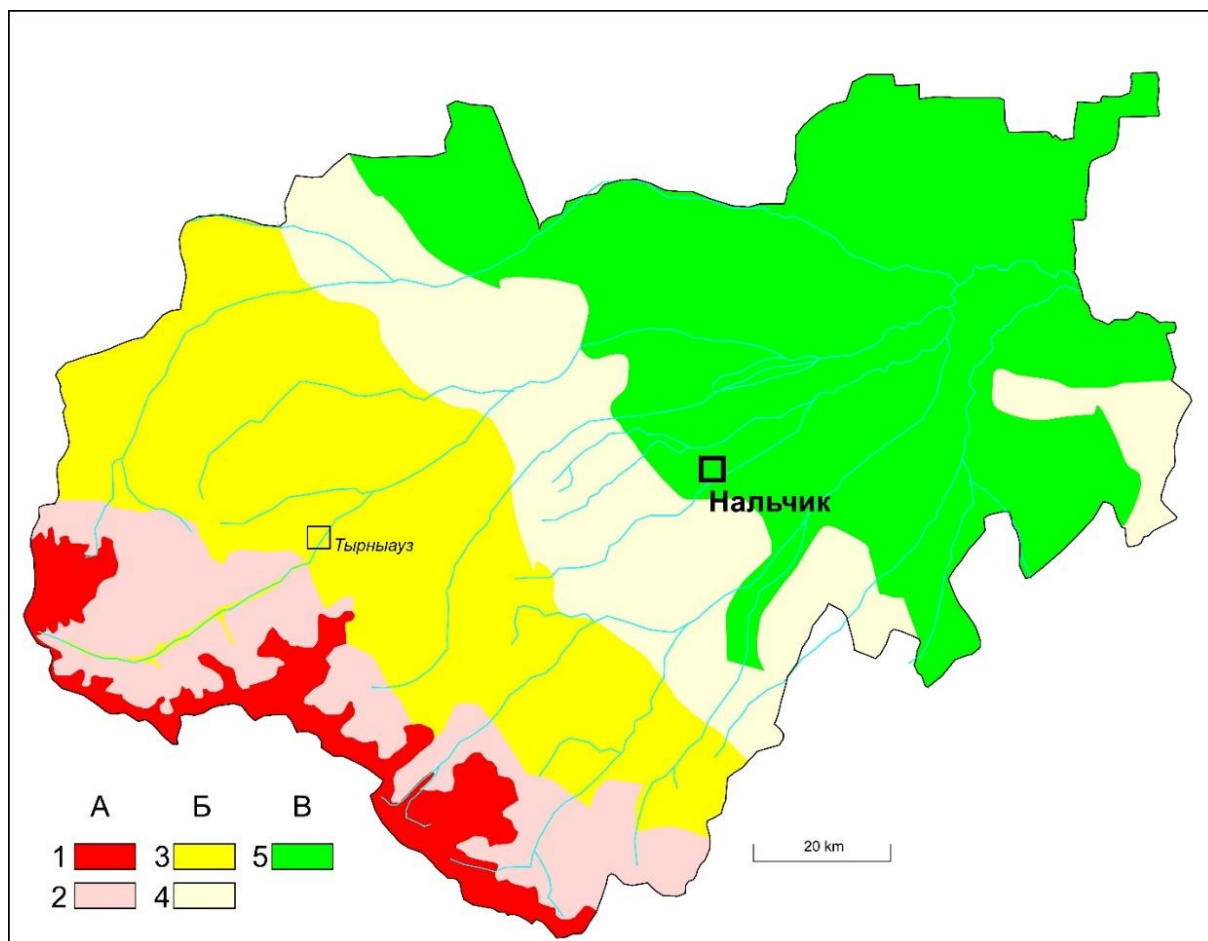


Рис. 3. Зоны и ареалы с различной степенью активности склоновых процессов. А – запретная зона с высокой активностью и широким распространением склоновых процессов: 1 – круглогодичной опасности, 2 – сезонной опасности. Б – зона повышенной активности склоновых процессов, необходимо встраивание и адаптация хозяйственной деятельности: 3 – ограниченные условия адаптации, 4 – относительно благоприятные условия для адаптации. В – зона отсутствия склоновых процессов, ограничений для хозяйственной деятельности условно нет

Геоэкологический мониторинг опирается на районирование и выделение ключевых участков. В основе выделения районов и ключевых участков лежит принцип сочетания природных ареалов проявления склоновых процессов и административно-хозяйственных границ. В зависимости от тех или иных природных условий, степени освоенности, мощности и режима проявления склоновых процессов, наличия важных объектов, которым склоновые процессы угрожают, можно выделить 12 основных геоэкологических районов, отличающихся к тому же набором управленческих стратегий (рис. 4): Малкинский, Эльбрусский, Чегемский высокогорный, Черекский высокогорный (1–4), Зольский, Тырнауз – Былымский, Чегемский

среднегорно-низкогорный, Черекский среднегорно-низкогорный (5–8), Нальчикский, Баксанский, Лескенский, Терский (9–12). Границы районов учитывают как природные рубежи и ареалы распространения тех или иных процессов, так и административные границы, которые важны для принятия управленческих решений.

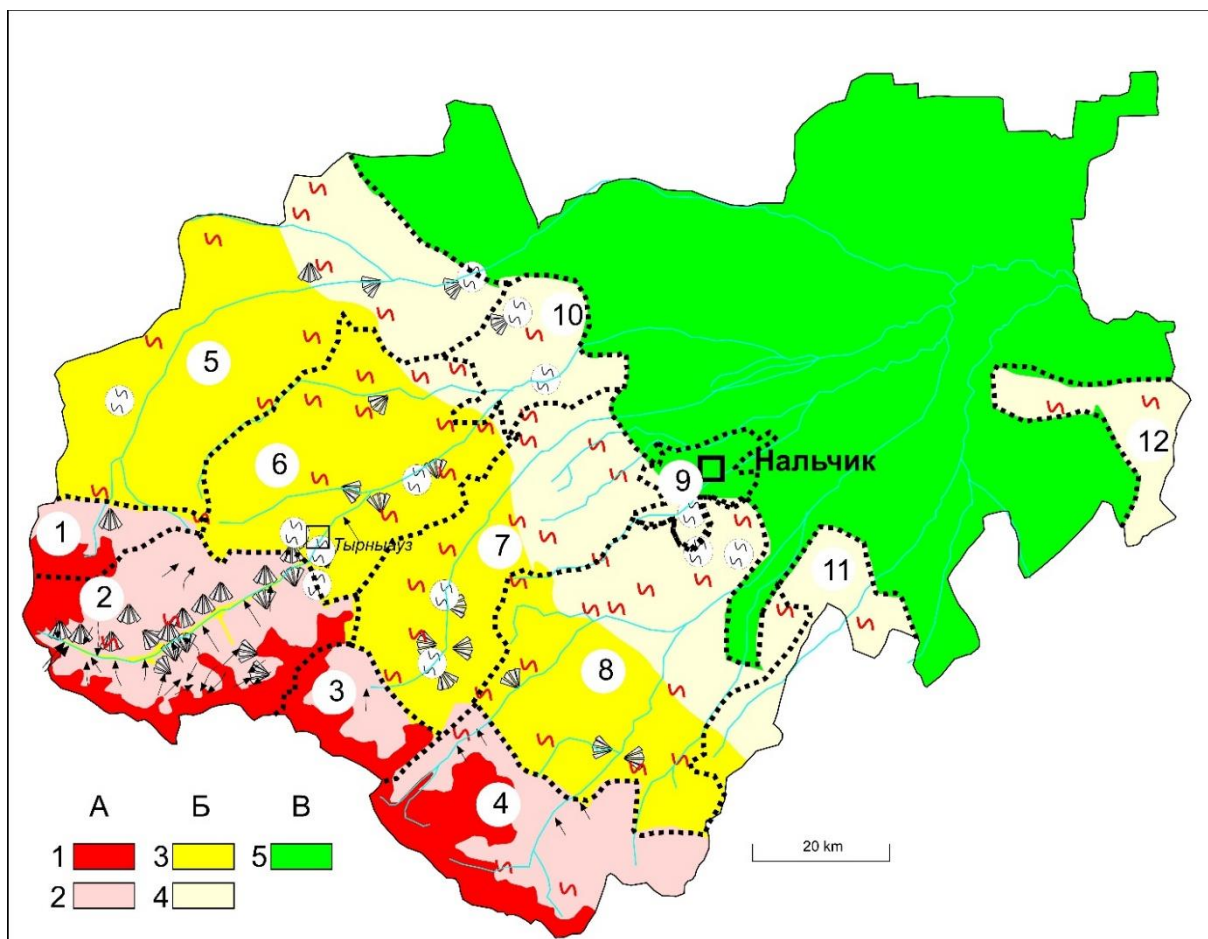


Рис. 4. Геоэкологическое районирование территории КБР для ведения мониторинга склоновых процессов. Цифрами на карте обозначены геоэкологические районы. Заливкой и знаками показаны зоны опасности проявления склоновых процессов (см. рис. 2 и 3)

В число ключевых объектов системы оперативного мониторинга Кабардино-Балкарии входят: **Приэльбрусье** (лавины, сели), наиболее селеопасные реки Герхожан-Су, Адылсу (в комплексе с другими мониторинговыми объектами в Приэльбрусье), **Гижгит**. В качестве наиболее оползнеопасного выделен **Герпегежский древнеоползневой массив**. Данные участки являются ареалами наиболее катастрофического проявления склоновых процессов в пределах бассейнов наиболее крупных рек Кабардино-Балкарии. Здесь требуются систематические наблюдения в течение

процессоопасного периода от ежемесячного до непрерывного. Необходимо постоянное получение метеоданных Гидрометцентра с прогнозом, оперативная связь с МЧС и местной администрацией населенных пунктов, рекомендации по обеспечению безопасности.

Особого внимания требуют мероприятия по обеспечению безопасности населения и эксплуатации инженерных коммуникаций города Тырныауза при возникновении чрезвычайных ситуаций природного характера. Одним из объектов, потенциально опасных для формирования ЧС, является р. Гижгит и расположенное в бассейне этой реки хвостохранилище ТГОК. Хвостохранилище в настоящее время переполнено, объем хвостов составляет более 110 млн м³. Жидкие отходы (хвосты), фильтруясь через земляную плотину и берега, загрязняют грунтовые воды и реки. В составе хвостов отмечается очень высокая концентрация ядовитых химических веществ. Их концентрация во много раз превышает ПДК. Возможный прорыв плотины хвостохранилища неизбежно приведет к формированию колоссального селевого потока.

Организацию и управление в системе геоэкологического мониторинга склоновых процессов на территории КБР рекомендуется осуществлять на принципах совмещения отраслевого и территориального сбора информации и управления. Сбор информации ведется несколькими отраслевыми ведомствами. Центральное место в сборе и обработке данных от разных ведомств занимает ГУ МЧС России по КБР. Прогноз возможных ЧС, связанных с комплексом неблагоприятных или опасных природных явлений, поступает в Центр управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по КБР. Здесь осуществляется сбор и обобщение прогнозной информации, проводится анализ материалов. В случае ухудшения обстановки сообщается информация о том, какие риски ожидаются на той или иной территории и одновременно с этим рекомендуется провести комплекс превентивных мероприятий, позволяющих минимизировать последствия, связанные непосредственно с прогнозируемым риском.

При получении информации о прохождении комплекса неблагоприятных метеорологических явлений проводятся следующие мероприятия. Оценивается

вероятность возникновения чрезвычайной ситуации и прогнозируются возможные последствия, прогноз и модели развития обстановки доводятся до глав муниципальных образований, руководителей взаимодействующих органов управления. Главам муниципальных образований при ухудшении обстановки, связанной с неблагоприятными и опасными метеорологическими явлениями, рекомендуется ввести режим функционирования «Повышенная готовность». Различная ситуация складывается в районах «красной» и «желтой» зон, а также в каждом из 12 выделенных геоэкологических районов.

Выводы

1. Система геоэкологического мониторинга склоновых процессов на территории КБР базируется на глубоком анализе и учете природно-ландшафтных и хозяйственных различий в освоении территории, наблюдении и получении информации как за природными процессами, так и за хозяйственной активностью. Поэтому объектом геоэкологического мониторинга склоновых процессов являются, прежде всего, природно-хозяйственные системы, находящиеся под воздействием склоновых процессов. Организация мониторинга учитывает пространственно-временные различия в проявлении опасных природных процессов, для чего рекомендуется проведение мониторинга на двух уровнях: 1) базовом, направленном на наблюдения за долгосрочными процессами, 2) оперативном, направленном на наблюдение за краткосрочными и слабопредсказуемыми склоновыми процессами.

2. Для осуществления геоэкологического мониторинга склоновых процессов необходима информация как об условиях и факторах проявления склоновых процессов, так и о хозяйственной деятельности, которая приводит к возникновению ЧС. Динамика склоновых процессов на территории КБР обусловлена такими геоэкологическими характеристиками, как горный рельеф, горный климат, растительный покров и хозяйственная освоенность. В процессе освоения территории КБР склоновые процессы стали важным фактором, ограничивающим развитие системы расселения и природопользования. С другой стороны, антропогенная деятельность во многих ареалах стимулировала проявление лавин, селей и оползней.

3. Наиболее активные склоновые процессы, вызывающие ЧС разного масштаба – лавины, сели и оползни, крайне неравномерно распределены на территории КБР, они подчинены высотно-зональной дифференциации и обнаруживают эффекты наложения. Имеется тесная связь современного земельного покрова и границ высотных зон проявления лавин, селей и оползней. Активность селей и связанных с ними оползней и эрозии и, соответственно, высокая вероятность природно-техногенных катастроф, обусловлена инженерно-геологическими условиями развития этих процессов и основными быстроизменяющимися факторами, определяющими их активизацию. Основные быстроизменяющиеся факторы формирования селей и других склоновых процессов, прежде всего, гидрометеорологические условия - количество осадков за год, за летний период, за селеопасный сезон и т.д.

4. Для эффективного ведения оперативного мониторинга выделено 12 геоэкологических районов. Для каждого из них определены свои основные мероприятия и стратегии защиты от склоновых процессов. Особенно следует отметить районы с большими уровнями риска, где возможна катастрофическая активизация склоновых процессов, большой материальный ущерб и гибель людей. Организация и соединение базового и оперативного мониторинга с сочетанием различных стратегий приведена для двух ключевых участков, имеющих большое народнохозяйственное значение: г. Тырныауз и р. Гижгит (хвостохранилище). Особого внимания требуют мероприятия по обеспечению безопасности населения и эксплуатации инженерных коммуникаций города Тырныауза при возникновении чрезвычайных ситуаций природного характера. Необходимо продолжить работу по созданию региональной автоматизированной системы центрального оповещения населения КБР и ее районных сегментов, а также содержание и развитие комплексной системы экстренного оповещения населения, находящегося в зоне возможного негативного влияния опасных факторов природного и техногенного характера.

Разработаны рекомендации к управлению ЧС, сочетающего территориальный и отраслевой характер сбора информации и управления.

Предложена система мониторинга склоновых процессов на двух масштабных уровнях: региональном и муниципальном (локальном). Вся информация о текущем состоянии окружающей среды предлагается сконцентрировать в Центре управления в кризисных ситуациях МЧС России по КБР для организации своевременного реагирования всех территориальных органов управления. Обновлённая система мониторинга позволяет организовать наблюдения на всей территории КБР без сплошного площадного обследования развития ЧС, с охватом труднодоступных территорий

Увеличивающееся антропогенное воздействие на окружающую среду, глобальное изменение климата, порождение новых опасностей и рисков, для горных территорий, требуют более системных исследований и мониторинга, прогнозирование возможных ЧС, анализ обстановки и моделирования ситуации, в том числе, и по всем возможным сценариям их развития.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации Публикации в изданиях, рекомендуемых ВАК:

1. Абшаев М.Т., **Анаев М.А.**, Соловьев В.В. Беспилотный авиационный комплекс для мониторинга и предотвращения опасных явлений погоды / Экология и промышленность России. 2008. №10. С. 4-8.
2. Абшаев М.Т., **Анаев М.А.**, Малкарова А.М. Ущерб от стихийных природных явлений на территории ЮФО / Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2010. №3. С. 5-10.
3. **Анаев М.А.** Обеспечение безопасности территории бассейна реки Гижгит (Баксанское ущелье, Кабардино-Балкария) / Жизнь Земли. 2021. Т. 43. № 4. С. 451-460.
4. Беккиев М.Ю., Докукин М.Д., Калов Р.Х., Мальнева И.В., **Анаев М.А.**, Висхаджиева К.С. Аномальная подвижка оползня Бузулган в долине р. Герхожан-Су (Центральный Кавказ) в 2020 г / ГеоРиск. 2020. Т. 14. № 4. С. 44-54.
5. Разумов В.В., Аджиев А.Х., Разумова Н.В., Кондратьева Н.В., **Анаев М.А.**, Узденова А.Б. Чрезвычайные ситуации (обусловленные засухами), произошедшие в растениеводческой отрасли России в 2009-2018 гг., и погодные условия, их сопровождающие / Свидетельство о регистрации базы данных 2022620081, 12.01.2022. Заявка № 2021623276 от 23.12.2021.
6. Анаев М. А., Гуня А. Н., Мальнева И. В. Эффекты наложения опасных склоновых процессов и управленческие стратегии по защите от них (на примере Кабардино-Балкарской республики). Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 3. С. 37-44.
7. Анаев М. А. Геоэкологическое районирование территории Кабардино-Балкарской

Республики для мониторинга склоновых процессов // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 4. С. 22-29.

Публикации по теме диссертации в материалах научных конференций, включенных в РИНЦ

1. **Анаев М.А.**, Хаджиев М.М., Мальнева И.В., Гонсировский Д.Г. Совершенствование организации обеспечения безопасности населения и территории Северного Кавказа / В сборнике: Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Сборник материалов. 2016. С. 14-15.
2. Мальнева И.В., **Анаев М.А.**, Хаджиев М.М. Анализ метеорологических условий для прогноза развития склоновых процессов в бассейне реки Гижгит в Кабардино-Балкарии / В сборнике: Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации. Материалы докладов Четырнадцатой Общероссийской научно-практической конференции и выставки изыскательских организаций. 2018. С. 187-193.
3. Докукин М.Д., **Анаев М.А.**, Беккиев М.Ю., Богаченко Е.М., Запорожченко Э.В., Калов Р.Х., Савернюк Е.А., Черноморец С.С., Хаджиев М.М., Хаткутов А.В. Селевые потоки 14-15 августа 2017 г. В бассейне р. Герхожан-Су (центральный Кавказ): условия и причины формирования, динамика, последствия / В сборнике: Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 5-й Международной конференции. Селевая ассоциация; Институт водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава Грузинского технического университета. 2018. С. 317-330.
4. **Анаев М.А.** О состоянии гидротехнического сооружения "Хвостохранилище Тырнаузского горно-обогатительного комбината" и мероприятиях по обеспечению безопасности территории / В сборнике: Устойчивое развитие горных территорий Кавказа. Коллективная монография по материалам IX международной научно-практической конференции "Горные территории: приоритетные направления развития". 2019. С. 172-178.
5. Мальнева И.В., Докукин М.Д., Беккиев М.Ю., Калов Р.Х., Хаджиев М.М., **Анаев М.А.** О динамике оползня Бузулган в долине р. Герхожан-Су в 2020 г. и селевой опасности / В сборнике: Изучение опасных природных процессов и геотехнический мониторинг при инженерных изысканиях. Материалы Общероссийской научно-практической конференции. Москва, 2021. С. 25-34.