

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования "Грозненский государственный нефтяной технический
университет имени академика М.Д. Миллионщикова"

УДК 551.509.616

На правах рукописи



Анаев Мухамат Азретович

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

01.06.21. Науки о Земле и окружающей среде. Геоэкология.

**диссертация на соискание ученой степени
кандидата географических наук**

Грозный 2023

Оглавление

Оглавление.....	2
Введение	4
Глава 1. Геоэкологический мониторинг склоновых процессов: основные подходы и структура.....	10
1.1. Общие принципы геоэкологического мониторинга склоновых процессов	10
1.2. Информационное обеспечение геоэкологического мониторинга	13
1.3. Базовый и оперативный уровни геоэкологического мониторинга	17
1.4. Управленческие стратегии по защите от опасных склоновых процессов и предупреждения ЧС	19
1.5. Изученность склоновых процессов в КБР.....	22
1.5. Выводы по главе 1	29
Глава 2. Геоэкологические условия и факторы проявления склоновых процессов на территории КБР	31
2.1. Основные геоэкологические характеристики региона	31
2.2. Геологические условия и рельеф	32
2.3. Климат и его влияние на активность склоновых процессов	36
2.4. Земельный покров и ландшафты.....	39
2.5. Хозяйственная деятельность и проявление склоновых процессов	42
2.6. Выводы по главе 2	47
Глава 3. Распространение и характер проявления селей, лавин и оползней на территории КБР	49

3.1. Распространение и характер проявления лавин	49
3.2. Распространение и характер проявления селей.....	52
3.3. Распространение и характер проявления оползней	64
3.4. Сочетание склоновых процессов и формирование парагенетических комплексов	71
3.5. Выводы по главе 3	77
Глава 4. Геоэкологический мониторинг склоновых процессов на территории КБР	79
4.1. Базовый мониторинг и стратегии управления	79
4.2. Оперативный геоэкологический мониторинг: районирование и выделение ключевых участков	88
4.3. Оперативный геоэкологический мониторинг на ключевых участках	96
4.4. Организация и управление в системе геоэкологического мониторинга склоновых процессов на территории КБР.....	112
4.4. Выводы по главе 4	124
Заключение	126
Список использованной литературы	131

Введение.

Актуальность темы исследования. В настоящее время глобальные изменения климата, сопровождающиеся экстремальными погодными явлениями, увеличивают существующие риски стихийных бедствий. В этой ситуации особенно важно обеспечение защиты населенных пунктов и объектов инфраструктуры, экономики и экологии от угроз разрушения, недопущение возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) или минимизация от их последствий для устойчивого развития территории. 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 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: хозяйство и расселение, динамику 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 процессами явлениям на территории РФ. Применен материал многолетних исследований автора по изучению возможных источников ЧС природного и техногенного характера на территории СКФО 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 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 истории проявления склоновых процессов в течение XX и XXI веков.

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 в Карте экзогенных геологических процессов России (2000, масштаб 1:2500 000) [62], Атласе «Недра России» (2011) [11], 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 характер 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 обоснования рационального природопользования, мероприятий по защите населенных пунктов и объектов хозяйственного назначения от опасных процессов природного и техногенного характера, 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 риска и снижению опасностей возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в КБР, обеспечению необходимого уровня защищенности населения, материальных и культурных ценностей от опасностей, возникающих при неблагоприятных природных явлениях и чрезвычайных ситуациях.

Достоверность результатов обеспечивается системным подходом к обработке исходных данных, а также применением современных способов для анализа имеющегося материала, исследованием фондовых данных и натурным обследованием 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 КБНЦ РАН (Нальчик, 2008), конференции Росгидромета «Теоретические и экспериментальные исследования конвективных облаков» 18 – 20 ноября 2008г., 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 конференции «Селевые потоки, катастрофы, риск, прогноз, защита» (Тбилиси, 2018), двадцатых Сергеевских чтениях «Обращения с отходами: задачи геоэкологии и инженерной геологии, конференции в рамках IX Международ. форума «Экология» (22 марта 2018 г., Москва), на конференциях «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве» Москва (2018, 2019, 2020, 2021, 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 ГОЧС 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.

Глава 1. Геоэкологический мониторинг склоновых процессов: основные подходы и структура

1.1. Общие принципы геоэкологического мониторинга склоновых процессов

Опасные склоновые процессы приносят большой ущерб окружающей среде и экономике страны в целом [32,39,128]. Реализация задач по прогнозированию склоновых процессов наиболее эффективна в системе комплексного мониторинга [29,32,33,35,36,56,57,76]. Под мониторингом опасных природных процессов понимается система регулярных наблюдений за режимом этих процессов и прогноза их развития под воздействием природных и антропогенных факторов. Она предусматривает также разработку рекомендаций по предотвращению или ослаблению негативных последствий от проявления этих процессов, особенно по обеспечению безопасности людей, проживающих в зонах интенсивного их проявления [38, 61].

Общие теоретические положения, касающиеся мониторинга окружающей среды в целом и мониторинга склоновых процессов в частности, изложены в специальной литературе [38,56]. При ведении мониторинга используются данные различных смежных мониторинговых систем. Эти данные представлены в мониторинговых системах Росгидромета, Минприроды РФ, которые различаются по учитываемым источникам и факторам воздействий, откликам компонентов биосферы на эти воздействия, методам наблюдений и т. п.

На нынешнем этапе стоят новые задачи по осуществлению качественного перехода от базовых знаний о пространственном распространении и режиме проявления склоновых процессов к оперативному реагированию и недопущению возникновения или развития чрезвычайных ситуаций природного характера. Для этого необходимо рассмотреть условия возникновения и развития склоновых процессов, а также создать

соответствующие сценарные модели с различными вероятностными порогами.

Задача разработки системы комплексного мониторинга склоновых процессов на территории КБР базируется на учете особенности природных условий, экологических и экономических рисков, результатах наблюдений различных организаций. В наилучшей степени решению этой задачи соответствует геоэкологический мониторинг. Концепция геоэкологического мониторинга тесно связана с объектом исследования – наблюдением за природно-хозяйственной системой. В этом контексте геоэкологический мониторинг склоновых процессов подразумевает необходимость вести наблюдение не только за природными, но и антропогенными факторами, влияющими на режим проявления тех или иных склоновых процессов. Учитывая разный вклад антропогенных факторов в проявление склоновых процессов, можно выделить несколько принципов, определяющих специфику геоэкологического мониторинга.

1. Геоэкологический мониторинг склоновых процессов должен осуществляться вместе с наблюдениями за хозяйственной деятельностью. Вследствие повышения интенсивности антропогенной деятельности «спящие» природные процессы могут быть приведены в активность. Примером тому является строительство и подрезка склонов, что может вызвать оползни.

2. Геоэкологический мониторинг склоновых процессов тесно связан с наблюдениями за режимом природных процессов и динамикой ландшафтов в целом. При этом наблюдения за климатом, стоком, неотектоническими движениями, биофункционализацией не ограничиваются местным уровнем и локальными природными комплексами, но и должны охватывать региональные, а в некоторых случаях необходимы данные о глобальных изменениях.

3. Мониторинг склоновых процессов, которые практически не затрагивают среду проживания людей, лишь косвенно входит в задачи

геоэкологического мониторинга. Так, на Центральном Кавказе ежедневно (даже в летнее время) сходят десятки лавин, которые остаются вне зоны активной деятельности людей. Наблюдения за такими процессами входит в предмет других видов мониторинга.

Исходя из данных принципов, в область геоэкологического мониторинга склоновых процессов входит три группы задач:

1) слежение за изменением природных ландшафтов, природных компонентов и процессов, в первую очередь, за климатом, стоком, рельефом, растительностью, что может привести к активизации склоновых процессов и росту риска для жизнедеятельности человека;

2) слежение за изменением в природно-хозяйственном комплексе, где центральное место занимает природопользование с его интенсивностью и нагрузкой на природные системы;

3) слежение собственно за проявлением склоновых процессов как результирующей реакции взаимодействия природных и хозяйственных процессов.

Если наблюдения за самими склоновыми процессами и ландшафтами не вызывают вопросов, то включение в мониторинг наблюдений за хозяйственной деятельностью является пока слабо методически обоснованным. Тем не менее, рост населения и активизация освоения горных склоновых ландшафтов должны попадать в поле внимания МЧС, поскольку резко повышаются риски активизации склоновых процессов.

Учитывая это, геоэкологический мониторинг должен быть ориентирован на постоянное слежение за двумя взаимосвязанными объектами: природой и хозяйственным комплексом. Основы пространственно-временной организации мониторинга дает пространственно-временная иерархия ландшафтов – от элементарных природных комплексов к комплексам более высокого ранга, а также иерархия организации хозяйства и жизни людей – от отдельного домовладения или животноводческой фермы к

отдельному населенному пункту, сельскому муниципальному образованию и муниципальному району вплоть до региона.

Опыт мониторинга склоновых процессов показывает, что имеет смысл различать элементарные пространственные ареалы, которые попадают в поле действия мониторинга: очаги селей, лавин, оползней в пределах различных хозяйственных и расселенческих структур. На более высоком уровне в поле действия мониторинга попадают сочетания очагов проявления склоновых процессов в пределах муниципальных образований.

1.2. Информационное обеспечение геоэкологического мониторинга

Для эффективной реализации мониторинга необходима детальная информация. Различаются следующие блоки информации, которые лежат в основе организации и осуществления геоэкологического мониторинга склоновых процессов:

1. Информация об условиях и факторах проявления склоновых процессов.
2. Информация о хозяйственной деятельности, которая приводит к возникновению ЧС в результате проникновения в зоны действия склоновых процессов или же их провоцирования человеком.
3. Суммарный опыт о стратегиях и мероприятиях, лежащих в основе регулирования жизнедеятельности, защите и предупреждении проявления склоновых процессов.
4. Совокупность знаний об организации и управлении.

Как видно из рис. 1, геоэкологический мониторинг использует информацию, которая лежит на пересечении данных о склоновых процессах и хозяйственной деятельности. Всеобъемлющая информация о склоновых

процессах, происходящих вне зоны человеческой деятельности, входит в другие виды мониторинга.

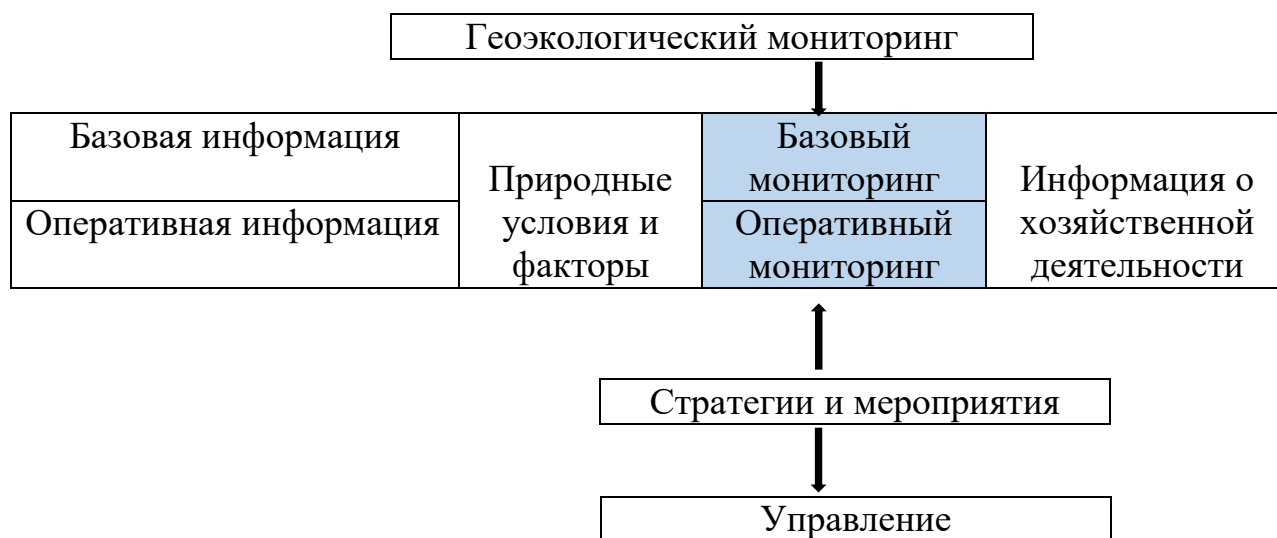


Рис. 1. Информация, лежащая в основе мониторинга. Заливкой обозначен геоэкологический мониторинг

Концепция пространственно-временной организованности мониторинга требует соответствующих методов сбора информации. В настоящее время совершенствование информационного обеспечения связано с необходимостью соблюдения не столько технической точности мониторинговых работ (например, привязки к географическим координатам, измерения в рамках этих координат геометрических характеристик), сколько пространственно-временной ландшафтно-географической привязки, позволяющей оценить масштаб и характер склоновых процессов при определении роли вмещающего ландшафта и масштабов человеческого присутствия в нем. Методы сбора информации для мониторинга склоновых процессов включают:

- картографирование, выделение и классификацию природных условий проявления тех или иных склоновых процессов;

- установление закономерностей динамики проявления склоновых процессов в зависимости от динамики природы и антропогенной деятельности;

- выделение зон риска и районирование территории по степени проявления склоновых процессов.

Для эффективного слежения за происходящими склоновыми процессами необходима сеть мониторинговых станций и участков, распределенных в зависимости от проведенного районирования. В настоящее время существуют полустационары, на которых ведутся повторные наблюдения за отдельными процессами, например, ледниками, лавинами или селями в сочетании с метеоклиматическими и другими наблюдениями.

Накопленный на Северном Кавказе, в частности, в приэльбрусском высокогорье, материал, а также ведущиеся с конца 1980-х гг. полустационарные наблюдения, позволяют обосновать проведение комплексного мониторинга. Универсальным типом информации для обеспечения мониторинга являются снимки, полученные с определенной регулярностью и высоким разрешением. Рассматривать проявление склоновых процессов и факторы, их обуславливающие, целесообразно в рамках многокомпонентной социально-хозяйственной геозкосистемы, в которой проявление отдельных процессов является результатом отклика всей системы. Важную роль в этой системе играют как природные факторы, так и деятельность человека, которая может как способствовать, так и затруднять развитие склоновых процессов [36, 37, 127, 141, 148, 157, 159, 160-162, 164, 184, 186, 190, 191, 194].

Для организации и ведения мониторинга склоновых процессов на территории Кабардино-Балкарии целесообразно воспользоваться классификацией А.И. Шеко, впервые примененной для целей долговременного прогноза селей [127]. Для целей мониторинга склоновых процессов все факторы, обуславливающие их развитие и активизацию, подразделены на три группы: постоянные, медленно изменяющиеся и

быстроизменяющиеся. В последней группе выделены две подгруппы факторов - основные и производные. В таблице 1 приведена краткая характеристика выделенных групп факторов.

Таблица 1

Классификация факторов, обуславливающих развитие склоновых процессов на территории Кабардино-Балкарии [127]

Группа факторов	Что определяет
<i>I. Постоянные</i>	
1. Геологическое строение (тектоника, стратиграфия, литология)	Интенсивность развития процессов (пораженность территории)
2. Геоморфологические условия (рельеф, возраст склонов и т.д.)	
<i>II. Медленно изменяющиеся</i>	
1. Современные тектонические движения	Общую тенденцию развития склоновых процессов
2. Общие гидрогеологические условия	
3. Климатические условия	
<i>III. Быстроизменяющиеся</i>	
A. Основные	
1. Гидрометеорологические (атмосферные осадки, режим их выпадения, температура и т.д.)	Режим изменения производных факторов и режим активизации склоновых процессов
2. Техногенные (вырубка лесов, отвалы горных пород в русла водотоков, подрезка склонов)	
B. Производные	
1. Поверхностные стоки	Активизация склоновых процессов
2. Расход воды в водотоках	
3. Влажность горных пород	
4. Прочностные и деформационные свойства горных пород	

Режим активизации склоновых процессов в конечном счете определяется основными изменяющимися факторами, но действие их происходит через производные факторы, которые находятся между собой в причинно-следственных связях. В качестве основных изменяющихся факторов развития склоновых процессов выступают также показатели внеземных геофизических полей, а именно – изменение солнечной активности. Еще, в начале прошлого века важные аспекты солнечно-земных связей были отмечены А.Л. Чижевским [88, 127].

Основные характеристики, отражающие степень угрозы процессов - активность их проявления и интенсивность, скорость протекания и мощность (параметры) - обусловлены в значительной мере генезисом процессов. Интенсивность выражается коэффициентом пораженности, определяющимся отношением площади (числа, длины) всех форм проявления процесса (независимо от возраста) к площади участка. Для обеспечения безопасности необходимы сведения об активности склоновых процессов, которая зависит от синергетического взаимодействия всех факторов, прежде всего - быстроизменяющихся.

1.3. Базовый и оперативный уровни геоэкологического мониторинга

Важными составляющими геоэкологического мониторинга являются опыт и знания о стратегиях и мероприятиях, лежащих в основе регулирования жизнедеятельности, защите и предупреждении проявления склоновых процессов, а также об организации и управлении (третий и четвертый блоки информации). При организации системы геоэкологического мониторинга склоновых процессов нужно учитывать, что современные возможности ведения мониторинга резко поменялись после 1991 года, когда привычная

система мониторинга, поддерживаемая централизованным государством, была нарушена по всей территории России.

С другой стороны, применение новейших инструментальных средств наблюдения (дистанционного зондирования - ДЗ и геоинформационных систем - ГИС) и совершенствование системы защиты населения привело к созданию новых институтов гражданской защиты, безопасности населения и объектов экономики от негативного воздействия склоновых процессов [2,35]. При этом большое значение придается оперативным прогнозам, которые дают возможность за несколько дней и даже часов предупредить о возможной опасности [80].

На современном уровне накопления данных и развития методов следует различать два уровня геоэкологического мониторинга (рис. 2):

1) базовый мониторинг направлен на наблюдения за длительновременными процессами, накопление информации идет за счет сбора и переосмысливания уже свершившихся событий. На этой основе осуществляется выявление и уточнение зон с различными уровнями опасности. В последнем случае речь идет о составлении так называемых «светофорных» карт, разграничивающих территорию 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);

2) 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 высокотратное звено в системе геоэкологического мониторинга.



Рис. 2. Уровни геоэкологического мониторинга

В Кабардино-Балкарской республике в XX веке была подготовлена серьезная научная база по склоновым процессам, необходимая для ведения мониторинга. Выявлены как общие закономерности развития этих процессов [44], так и дана оценка активности их проявления, что создало условия для оперативного мониторинга. Тем не менее, основываясь на собственном опыте, следует сказать, что геоэкологический мониторинг склоновых процессов в КБР страдает незавершенностью и фрагментарностью. Наблюдения часто имеют эпизодический характер, активизируясь после значительных катастроф (2000 и 2017 годы). Значительная часть проблем лежит в области организации.

1.4. Управленческие стратегии по защите от опасных склоновых процессов и предупреждения ЧС

Опыт работ по защите от опасных склоновых процессов и предупреждения ЧС в КБР позволяет выделить три основных управленческих стратегии, различающиеся по набору мероприятий, направленных на снижение ущерба:

1) избегания опасных склоновых процессов, главным образом за счет сведения к минимуму вероятности пересечения хозяйственной деятельности с траекториями и ареалами проявления склоновых процессов;

2) адаптация к режимам склоновых процессов в ареалах их проявления;

3) изменение природных условий таким образом, чтобы существенно снизить или совсем прекратить действие того или иного склонового процесса.

Избегать неблагоприятных зон с опасными явлениями и процессами наиболее эффективно, но далеко не всегда возможно. КБР как горный регион с растущим населением имеет не так много безопасных территорий, где возможно «мирное» сожительство человека и склоновых процессов. Поэтому можно говорить лишь об относительно благоприятных зонах жизнедеятельности и хозяйствования. Это в основном предгорья и равнины, где уже проживает более двух третей населения республики и в которых уже становится «тесно», так как природная среда слишком сильно урбанизирована, здесь много техники, предприятий, загрязняющих воздух и воду, так что жить в этих условиях становится все более небезопасно.

Вторая стратегия наиболее распространенная. Она предполагает подстраивание под природные ритмы, адаптацию жизнедеятельности таким образом, чтобы выдержать воздействие склоновых процессов представлены в таблице 2. Однако для того, чтобы подстраиваться под природные ритмы, необходимо их досконально изучить. Но даже в начале третьего тысячелетия человек способен лишь на то, чтобы с более-менее высокой степенью вероятности предсказать прогноз погоды на срок не более трех дней. На более длительный срок вероятность осуществления прогнозов погоды резко уменьшается. Рост публикаций по адаптации к склоновым процессам показывает, что не только высокотехнологичные инструментальные наблюдения способны повысить эффективность адаптационных механизмов, но и просто традиционные знания местного населения бывают весьма полезными.

Стратегии и мероприятия по защите от склоновых процессов

Социальная система	Стратегии и мероприятия		
	Избегание	Адаптация	Изменение
Государство в целом (региональный и федеральный уровни)	Обозначение «красных» зон, где запрещается или резко ограничивается хозяйственная деятельность	Обозначение и разграничение «желтых» и зеленых зон, разработка рекомендаций по адаптации	Строительство противолавинных туннелей, селеотводных стенок, искусственное изменение режима (например, стимулирование схода лавин на основе обстрела) и др.
Местное сообщество, местный муниципалитет	Использование местных традиционных знаний для регулирования расселения и хозяйственной деятельности	Использование местных знаний и рекомендаций экспертов для хозяйственной деятельности в «желтых» зонах	Примеры редки ввиду высокой затратности (например: каменная кладка в очаге зарождения оползня, плетень с кладкой валунов и крупных камней для борьбы с размывом берега)

Третья стратегия предполагает изменение природной среды под потребности освоения (строительство заградительных дамб, противолавинных тоннелей и др.). Это довольно дорогостоящий путь, часто требующий капиталовложений в несколько десятков раз больших, чем вложения в разовые ликвидации последствий воздействия опасных природных процессов. Поэтому возможность изменять природную среду доступно лишь в редких случаях и в весьма ограниченных ареалах. «Направленно» изменить (то есть в определенном направлении и в заданных человеком интервалах) природную среду на уровне всего региона вряд ли возможно и не нужно. Основной упор следует все-таки делать на мониторинг в целях предупреждения, чтобы вовремя эвакуировать население и подготовиться к экстремальной ситуации.

1.5. Изученность склоновых процессов в КБР

Научные исследования на территории республики имеют давнюю историю, которая тесно связана с освоением горных районов. Выделяются несколько периодов в исследовании склоновых процессов, которые различаются специализацией научных работ и их охватом [105].

1. Первые сведения связаны с изучением истории Кабарды и Балкарских горских обществ. Это сведения характеризуют процесс в основном аграрного освоения нынешней территории КБР во второй половине XIX века и до октябрьской революции. Долгое время проникновение в высокогорные долины было делом рискованным, известны лишь фрагментарные экспедиции. В 1829 г. Эльбрус штурмовала первая научная экспедиция в сопровождении отряда генерала Эммануэля. Первую инструментальную съёмку всего оледенения Эльбруса выполнил отряд Корпуса военных топографов в 1887–1890 гг. Важный вклад в описание и измерение высоты горы внёс русский военный топограф А.В. Пастухов, который провёл топографическую съёмку Эльбруса, отметил его ледники, выполнил геологические и метеорологические обследования. Таким образом, до 1917 года информация о склоновых процессах была весьма скудная, она в основном была связана с катастрофическими последствиями проявления селей и лавин. Территория была, по сути, не изучена.

2. 1917-1950-е годы. Интенсивный этап исследований начался после революции 1917 года в связи с горнопромышленным освоением горной части республики. Внимание к высокогорьям и его ресурсам стало более пристальным в связи с научными исследованиями, в основном для обеспечения геологоразведочных работ. Первая дорога по р. Баксан, пригодная для машин, была сооружена лишь в советское время. В 1930-е годы началось фрагментарное использование высокогорной части для альпинизма,

стали проводиться первые регулярные метеонаблюдения на южном склоне Эльбруса. Этот этап был прерван войной. С 1943 по конец 1950-х годов горная часть была практически незаселенной в связи с выселением балкарцев. Знания о режиме склоновых процессов стали необходимы для рекреационного освоения. Однако, регулярные наблюдения отсутствовали.

3. 1950-е – 1990. В 1950-е годы начался новый этап исследований, связанный с проведением Международного геофизического года, когда проводились регулярные наблюдения за климатом, ледниками, речным стоком и другими природными процессами. В 1960-е годы в Приэльбрусье начался рекреационный «бум», сопровождаемый строительством гостиниц, домов отдыха, канатных дорог. Приэльбрусье стало популярным туристическим курортом, куда в 1980-е годы приезжали 2,5 млн туристов в год [142]. Поэтому здесь в 1986 г. был организован Национальный парк «Приэльбрусье» на территории 100 тыс. га, призванный регулировать вопросы охраны природы и оптимизировать нагрузки на ландшафты. Почти 40-летний период в изучении склоновых процессов можно вправо назвать наиболее продуктивным. Именно в эти годы изучался режим проявления лавин и селей, возникли селевая (С.М. Флейшман, В.Ф.Перов, И.Б.Сейнова и др.) и лавинная (Г.К.Тушинский) школы. На этом этапе наработан большой массив данных, выявлены новые закономерности. Поэтому следует более подробно остановиться на основных работах, посвященных изучению оползней, лавин и селей.

Снеголавинные исследования проводились Г.К. Тушинским (с конца 1949-х), М.Ч. Залихановым (с середины 1960-х), К.С. Лосевым (в середине 1960-х), А.Н. Божинским (с конца 1980-х), В.Д. Пановым (с начала 1970-х), Е.А.Золотаревым (с начал 1980-х), В.Р. Боловым (в середине 1980-х), Е.С. Трошкиной (с конца 1980-х), Н.А. Володичевой и А.Д. Олейниковым (с середины 1980-х) и др. [118,48,49,17].

Проведенные исследования позволили отнести территорию Кабардино-Балкарии к числу хорошо изученных в снеголавинном отношении, а Южное Приэльбрусье - к эталонной территории. В то же время, степень изученности

территории республики неравномерна: бассейны рр. Малки, Псыгансу и Хазнидона, а также низкогорно-среднегорные районы, практически не изучены. С середины 1980 гг. началось формирование геоэкологического подхода к снеголавинным исследованиям горных регионов, в том числе на Кавказе. Некоторые его аспекты рассматривались С.М. Мягковым в 1986, 1989 гг., П.В. Прокуроновым в 1991 г., К.Ф. Войтковским, Н.А. Володичевой в 1996 г., В.П. Благовещенским в 1997 г. и другими [93].

Данный этап был также плодотворным при изучении селей на территории Северного Кавказа. Результаты, в частности, изложены в монографиях “Сели в СССР и меры борьбы с ними”, “Селеопасные районы СССР”, “Ледники и сели Приэльбрусья” [110] и др. В них дана характеристика селевой опасности Северного Кавказа и непосредственно КБР. Серьезному изучению селей посвящены работы С.М. Флейшмана и В.Ф. Перова [121], Ю.Б. Виноградова [21]. В.А. Герасимова [26, 27, 28], П.В. Ковалева [65, 66] (60-е годы), многолетние исследования И.Б. Сейновой [112, 113]. Исследованием метеорологических условий формирования селей много лет занимались И.В. Мальнева и Н.К. Кононова [83, 84, 85]. Коллективом сотрудников ВСЕГИНГЕО под руководством А.И. Шеко составлялись долговременные прогнозы проявления оползней и селей в Кабардино-Балкарии, в частности, для бассейнов рек Баксан, Чегем и Черек [142].

Большое внимание на третьем этапе было уделено изучению экзогенных процессов в целом. В 1975 г. Д.Г. Гонсировским и П.В. Царевым, по результатам полевых исследований, была разработана инженерно-геологическая карта Северного Кавказа масштаба 1:500 000, которая явилась базой для всех последующих исследований экзогенных процессов в регионе. В 1976 г. Н.П. Стрешневой по результатам проведенного в 1972-1975 гг. инженерно-геологического обследования территорий Кабардино-Балкарской АССР, Северо-Осетинской АССР, Чечено-Ингушской АССР и Карачаево-Черкесской автономной области был составлен отчет, содержащий характеристику общих закономерностей развития оползней (и других

склоновых процессов), а также каталог народно-хозяйственных объектов, подверженных воздействию этих процессов [140]. В опубликованных в 1970-е гг. научных статьях по Северному Кавказу были представлены результаты изучения природных и техногенных геологических процессов и явлений в предгорной и горной частях региона. Д.Г. Гонсировским, Л.Н. Копецкой и В.Г. Ломакиной была составлена схематическая карта (М 1:2 500 000) типологического и оценочного инженерно-геологического районирования Северного Кавказа, подписана к печати в 1985 г.) [134].

В Кабардино-Балкарской АССР были рассмотрены общие закономерности развития экзогенных процессов и описаны инженерно-геологические особенности долины р. Баксан. С 1978 по 1980 гг. Кабардино-Балкарской геологоразведочной экспедицией была проведена специализированная комплексная инженерно-геологическая съемка (М 1:50 000) в средней части долины р. Баксан, по результатам которой М.Д. Докукиным был составлен научно-технический отчет [136].

В 1982 г. коллективом специалистов Центральной комплексной геологической экспедиции Северо-Кавказского геологического управления во главе с Д.Г. Гонсировским была подготовлена серия инженерно-геологических карт районирования горной части территории Северного Кавказа по условиям развития экзогенных процессов в масштабе 1:200 000 [135]. В 1979-1982 гг. Кавминводской гидрогеологической экспедицией (под руководством Ю.Б. Файнера) были проведены работы по изучению условий развития и режима активизации экзогенных процессов в горной части Кабардино-Балкарской АССР, Северо-Осетинской АССР, Чечено-Ингушской АССР и Карачаево-Черкесской автономной области. Результатом этих работ явилось выявление общих закономерностей развития экзогенных процессов, картирование отдельных проявлений оползневых, обвально-осыпных, селевых и других экзогенных процессов, составление (в числе других карт) карты районирования территории региона по пораженности оползневыми процессами [142].

В 1983-1987 гг были проведены исследования по изучению регионального режима активизации экзогенных процессов в горной части Северного Кавказа и организация первой очереди стационарных полигонов в горной части Кабардино-Балкарской АССР, Карачаево-Черкесской автономной области и в районе Кавминвод. По результатам этой работы в 1988 г. Н.С. Рябовым, В.А. Громовым и В.Ф. Копниным был составлен научно-производственный отчет [139].

4. С начала 1990-х годов начинается новый этап, характеризующийся спадом наблюдений, их фрагментарностью. В то же время постепенная стабилизация обстановки на Северном Кавказе в 2000-х годах привела к новому притоку туристов. Большинство созданных в советское время гостиниц и домов отдыха реконструированы, они приватизированы местными предпринимателями, появилось множество небольших частных домов отдыха и гостиниц в различных горных долинах. Постоянно совершенствуется инфраструктура горнолыжных трасс и подъёмников, идет диверсификация туристско-рекреационного освоения, прокладка новых дорог. Все это значительно увеличило опасность склоновых процессов. При общем спаде научного обеспечения мониторинга склоновых процессов значительно расширилась инструментальная база. К тому же возросло внимание государства к мониторингу и предупреждению проявления склоновых процессов. Созданы соответствующие органы МЧС, отделы в Гидромете. Появился ряд комплексных работ о регионе. Необходимо отметить комплексные картографические работы, такие как Атлас КБР (1997)[13], Кадастр лавинно-селевой опасности КБР (2001)[109] и др.

В XXI веке значимы исследования специалистов МГУ им. М.В. Ломоносова (С.С. Черноморец [123,124], Д.А.Петракова), ВГИ [124,40, 41,68], института Севкавгидроразводхоз (работы Э.В. Запорожченко [51-55]) и др. В сентябре 2008 году в Пятигорске и в Приэльбрусье прошла первая конференция «Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита», где много работ было посвящено селям Кабардино-Балкарии. Селевые процессы

Кабардино-Балкарии рассматривались и на следующих конференциях в 2012, 2014, 2016, 2018 годах, причем большое внимание уделялось прогнозированию селей. К сожалению, если ранее уделялось большое внимание мониторингу селевых процессов, в настоящее время научному обоснованию формирования селей Кабардино-Балкарии посвящены только отдельные исследования ученых ВГИ (Н.В. Кондратьева, М.Д. Докукин, М.М. Хаджиев [67,68,122]), что совершенно недостаточно. Если организацией мониторинга оползневых процессов в той или иной степени занимаются сотрудники «Каббалкгеомониторинга», то регулярные наблюдения за селями в настоящее время не ведутся.

Материалы многолетних исследований большого количества специалистов по селям Кабардино-Балкарии были обобщены В.В. Разумовым, Н.В. Кондратьевой и др. в работах [104,67,68]. На основании имеющихся данных были собраны сведения о наиболее значительных проявлениях оползней и селей на территории Северного Кавказа в XXI в. [77].

Анализ изученности наиболее опасных склоновых процессов на территории Кабардино-Балкарии позволяет отметить, что с 90-х годов XX века и по настоящее время ведется только оперативная работа, фиксируются наиболее крупные и значительные проявления склоновых процессов. Этих материалов недостаточно для решения задач по предупреждению возникновения или развития ЧС природного характера.

Значимость информации о склоновых процессах в процессе освоения
территории КБР

Период освоения	Информация о склоновых процессах	Особенности сбора и использования информации
До 1920-х годов	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 ДЗЗ позволяют перейти к региональным регулярным наблюдениям

Как видно из таблицы 3, значимость информации о склоновых процессах в ходе освоения территории КБР менялась от случайно полученной эпизодической информации к ее целенаправленному получению и использованию в управлении. Учитывая опыт предыдущих исследований и накопленные данные, должен строиться алгоритм обоснования геоэкологического мониторинга склоновых процессов.

1.5. Выводы по главе 1

1. Изучение опасных склоновых процессов в геоэкологии подразумевает исследование их в тесной связи с природными и хозяйственными условиями. Поэтому, объектом геоэкологического мониторинга склоновых процессов являются, прежде всего, природно-хозяйственные системы, находящиеся под воздействием склоновых процессов.

2. Для осуществления геоэкологического мониторинга склоновых процессов 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) знания, лежащие в основе стратегий и мероприятий по защите и предупреждению проявления склоновых процессов; г) совокупность знаний об организации и управлении.

3. Различаются два уровня мониторинга: 1) базовый мониторинг направлен на наблюдения за долгосрочными и длительновременными процессами. 2) оперативный мониторинг направлен на наблюдение за краткосрочными и слабопредсказуемыми склоновыми процессами, в основном, на специальных стационарах. Именно оперативный мониторинг наиболее трудное и высокзатратное звено в системе мониторинга.

4. Выделяются три основных стратегии, различающиеся по набору мероприятий, направленных на снижение ущерба от склоновых процессов: 1) избегание опасных склоновых процессов, 2) адаптация к режимам склоновых процессов в ареалах их проявления, 3) изменение природных условий таким образом, чтобы существенно снизить или совсем прекратить действие того или иного склонового процесса.

5. Изученность склоновых процессов происходило неравномерно, выделяются 4 основных этапа: 1) эпизодические исследования до начала 20 века; 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.

Глава 2. Геоэкологические условия и факторы проявления склоновых процессов на территории КБР

2.1. Основные геоэкологические характеристики региона

Кабардино-Балкария расположена на центральном участке Северного Кавказа, занимая все ступени горного рельефа от равнин и предгорий к высокогорьям (табл. 4). Перепад высот составляет почти 5,5 км, что определяет большой гравитационный потенциал и высокие гидротермические градиенты. Территория и ландшафты КБР давно освоены. Здесь проживает около миллиона человек, расположены важные хозяйственные и туристические объекты. Освоенность территории КБР крайне неравномерна: лучше всего освоены предгорья, в то время как высокогорья заселены только фрагментарно по основным долинам, а равнины имеют относительно редкую сеть расселения при высокой аграрной освоенности.

Таблица 4

Распределение площади КБР по высотам (%)

Высоты	более 300 м	более 500 м	более 800 м	более 1000 м
Площадь (%)	80,9	66,7	53,9	47,3

К основным геоэкологическим характеристикам территории КБР, определяющим главные особенности проявления склоновых процессов, относятся приуроченность к горной системе и ее давняя хозяйственная освоенность. Главными факторами высокой динамичности склоновых процессов являются:

1. Гравитационная энергия склонов, приводящая к развитию экзогенных склоновых процессов (селей, оползней, лавин, подвижкам ледников и каменных глетчеров, осыпей, эрозии, и др.);

2. Различие климатических условий, из-за разнообразия гидротермических градиентов по высоте, экспозиций, в различных по величине и простиранию горных долинах;
3. Разнообразие почвенно-растительного покрова;
4. Неравномерность хозяйственного освоения, вызванная различной доступностью и другими факторами.

Территория Кабардино-Балкарской Республики подвергается воздействию целого комплекса опасных природных явлений и процессов: землетрясения, сход снежных лавин, селей, оползней, обвалы и осыпи, паводки, подтопления, град, сопровождающийся ураганами и ливневыми дождями, лесные пожары [5,16,11,79,110,114]. При оценке относительной значимости и опасности проявления различных процессов следует отметить, что наибольшую опасность при освоении и эксплуатации территории представляют оползни, сели, лавины [73, 101, 99, 140-193].

Вследствие своего высокого природного, ресурсного и этнокультурного разнообразия Кабардино-Балкария служила своеобразным полигоном для исследования природы, населения и хозяйства. Республика располагает большим потенциалом для развития. Она характеризуется положительным приростом населения, благоприятными природно-ресурсными условиями для многофункционального использования территории, в том числе рекреационного использования горных регионов.

2.2. Геологические условия и рельеф

Рельеф и геологическое строение являются важнейшими факторами проявления склоновых процессов на территории КБР. Горные породы обладают различными прочностными свойствами, скоростью выветривания, водопрочностью, что определяет скорость и накопление рыхлообломочного

материала. Большое значение имеет прочность и характер четвертичных отложений.

Как видно из карты уклонов (рис. 3), территория КБР четко делится на горную и равнинную части. Более трети территории КБР составляют склоны более 28 градусов. Именно на этих склонах высокая гравитационная энергия способствует развитию лавин и селей. Склоны в промежутке от 6 до 28 градусов являются очагами зарождения оползней.

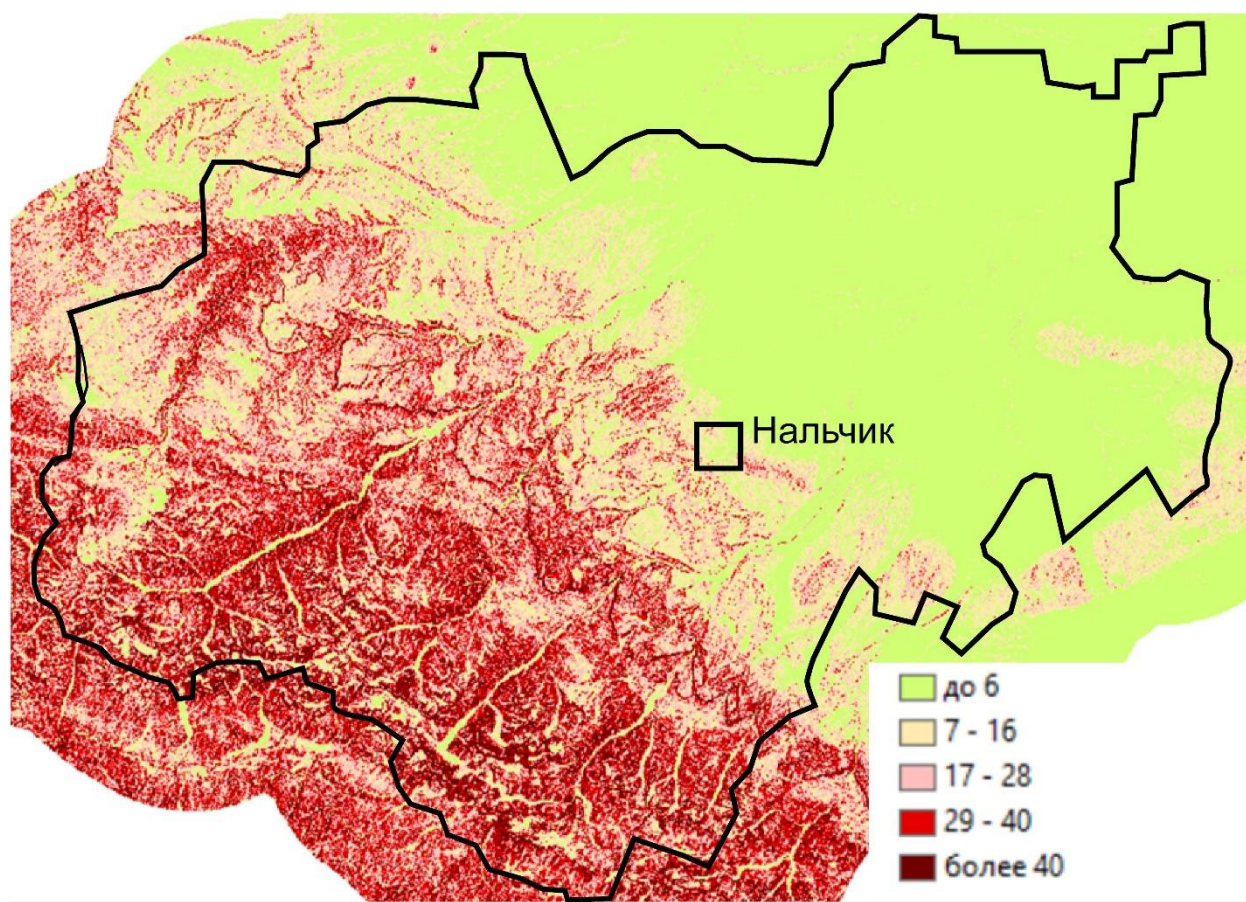


Рис. 3. Крутизна склонов на территории КБР.

В распространении и активизации склоновых процессов решающую роль играет сочетание высокой гравитационной энергии вместе с геологическим строением и составом горных пород, слагающих склоны. Территория республики сложена различными по возрасту и подверженности к выветриванию горными породами: от твердых кристаллических сланцев

протерозоя и гранитов палеозоя – к более легко разрушающимся песчаниками и известняками юры, мела, а также глинистыми отложениями палеоген-неогена. Особое место занимают вулканические и вулканогенные породы массива Эльбруса.

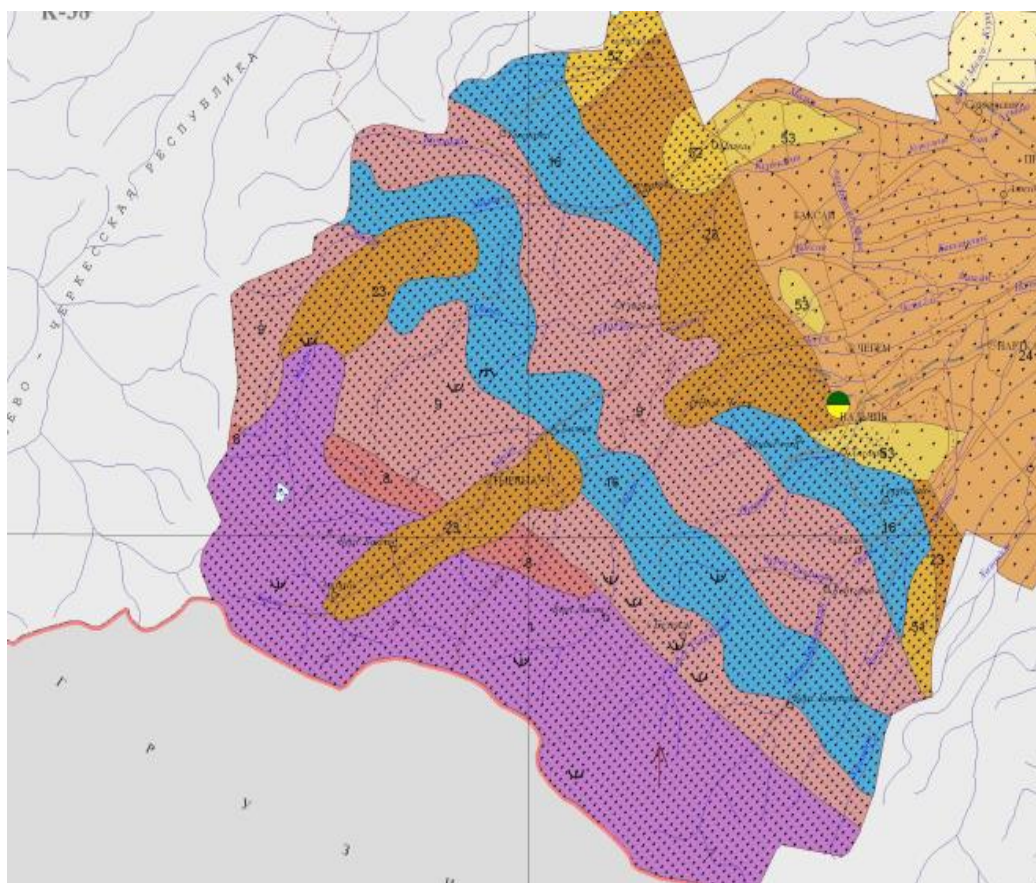
Наиболее древниегорные породы– кристаллические сланцы и гнейсы, прорванные гранитами, представлены в породах Главного Кавказского и Бокового хребтов. Метаморфические породы протерозоя – палеозоя слагают осевую часть мегантиклинория Большого Кавказа и распространены в высокогорной части (более 2000 м). На территории республики обширны мезозойские отложения, залегающие на древнем кристаллическом основании. Эти породы подвергаются значительному разрушению. В долинах рек Чегем, Черек Безенгийский, по левобережью реки Чайнашки (до 2000 м) находятся мощные отложения глинистых сланцев. Из верхнеюрских известняков, доломитов, мергелей, песчаников, глинистых сланцев, конгломератов сложен Скалистый хребет. Песчаниками, известняками, мергелями мелового возраста сложены меловой (Лесистый) и Пастбищный хребты. Холмистые предгорья и равнинная часть представлены верхнечетвертичными и четвертичными галечниками, песками, глинами, конгломератами, песчаниками.

Уровень инженерно-геологической изученности территории относительно высокий. Имеются материалы государственной инженерно-геологической съемки масштаба 1:200 000 и крупнее, материалы специального инженерно-геологического обследования территории в масштабе 1:200 000 (1:500 000), выполненного в 1980-е годы практически для всей территории России [63].

Следует также отметить Карту распространения и типизации экзогенных геологических процессов (ЭГП) масштаба 1:200000, составленную в 1982 г. (А.Б. Островский, Ю.Б. Файнер и др.). Эта карта отличается очень большой детальностью, что необходимо в настоящее время для организации и ведения мониторинга Кабардино-Балкарии. Количественная характеристика интенсивности проявления ЭГП оценивается по коэффициенту пораженности

территории процессом (процессами) [112, 64,103,128]. Интенсивность проявления ЭГП характеризуется по трем градациям величины пораженности: высокая - более 25%; средняя - 25-30%; низкая - менее 3% (она дается по процессу, имеющему самую высокую интенсивность в границах комплекса) [112, 64, 91, 92,94].

Материалы предыдущих исследований были обобщены на Карте экзогенных геологических процессов на территории России масштаба 1:2500000, опубликованной в 2001 году [62]. В легенде этой карты были представлены парагенетические комплексы - совокупность процессов, развитие которых определяется и контролируется определенным сочетанием геологических, геоморфологических и климатических условий [63,62] (рис.4).



Геоструктурные регионы	Типы рельефа	Преимущественное распространение инженерно- геологических групп пород		
		с жесткими связями		
		нерастворимые		растворимые
		магматические и метаморфические	осадочные	осадочные
Горноскладчатые	высокогорные	1 Лавины, осыпи, обвалы, сели, криогенное растрескивание, солифлюкция.	8 Лавины, осыпи, обвалы, сели, оползни, криогенное растрескивание, солифлюкция.	
	среднегорные и низкогорные		9 Осыпи, сели,	16 Карст, обвалы, осыпи, сели, оползни.

Рис. 4. Фрагмент карты и легенда современных геологических процессов Кабардино-Балкарской республики [11]

Развитие склоновых процессов приурочено к определенным формам рельефа, большое значение имеет вертикальное расчленение территории, а также положение территории в той или иной высотной-климатической зоне. Вследствие этого, комплексную геоморфологическую дифференциацию территории следует проводить, учитывая основные климатические различия.

2.3. Климат и его влияние на активность склоновых процессов

Важнейшее свойство горной территории – высокая динамичность гидротермических градиентов, сезонная и межгодовая изменчивость основных климатических параметров в условиях их большой пространственной дифференциации. Интенсивность солнечной радиации растет с высотой, однако из-за увеличивающегося эффективного излучения суммарная радиация уменьшается в среднем на 20 кал/см² в сутки на 100 м

поднятия [13]. Вертикальный градиент температуры составляет около 0,6 градусов на 100 м, но по сезонам может изменяться на 20–30 %, а в некоторые сезоны - в несколько раз. В среднем на 100 м поднятия увеличение осадков равно 20–30 мм. Примерно на высоте 3000 м происходит смена тенденции, но в зависимости от сезона эта высота может меняться. При этом изменяются доли твердых и жидких осадков. Меньше осадков приходится на летне-осенние месяцы с падением высоты. Залегания снежного покрова увеличивается на 8-10 дней на 100 м высоты, но даже в пределах одной высотной зоны может изменяться от 120 до 250 дней в году, отражая разнообразие форм рельефа, экспозиции и т.д. Мощность снега увеличивается на 15 см. на каждые 100 м поднятия.

Приход тепла и влаги на единицу площади резко дифференцирован из-за рельефа. Так, изменения экспозиций склонов приводят к резкому изменению потоков тепла и влаги на сравнительно небольших участках. Большинство склонов обращено на север. Однако многие боковые долины основных горных рек КБР имеют большие контрасты в экспозициях, вследствие чего приход тепла и влаги может меняться в несколько раз. Часто более теплые склоны становятся очагами селевых потоков, а более затененные – лавин [132].

Выводы о том, что толщина снежного покрова зависит от абсолютной высоты и ориентации склонов подтверждались результатами исследований ряда ученых (М.Ч. Залиханов [49] и другими).

Оценка климатических условий затруднена недостаточностью по количеству и продолжительности гидрометеорологических наблюдений [13, 132] Большинство метеостанций расположены на низких абсолютных высотах. Высокогорные станции расположены только в Приэльбрусье, а вся среднегорная зона практически не обеспечена метеоданными. Опорными, метеостанциями для оценки климатических условий Кабардино-Балкарии являются Терскол, Нальчик и посты Нижний Чегем, Кашхатау, Тырнауз.

Активизация склоновых процессов в той или иной степени связана с изменением увлажненности территории, причем имеет значение не только количество осадков, но и их режим, т.е. характер погоды на конкретной территории [120,137,139]. Для количественной оценки влияния погоды на активность негативных природных процессов целесообразно использовать типизацию атмосферной циркуляции Б.Л. Дзержевского [70]. Имеется календарь последовательной смены циркуляционных механизмов с 1899 по 2019 г. [69,70]. Повышенное увлажнение и чередование влажных и засушливых периодов также оказывает большое влияние на активность склоновых процессов [10, 155].

Учитывая геолого-геоморфологическую поясность рельефа и климатические изменения с высотой, можно выделить четыре основных климатических высотных зоны, различающихся 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. К ней приурочено современное оледенение. Для этой зоны характерно образование контрастного рельефа альпийского типа: заостренные вершины, карлинги и стены. Совместно со склоновой денудацией в формировании высокогорного рельефа принимают участие ледники и горные реки, являющиеся источниками зарождения селевых потоков, обладающих большой энергией. Характерно развитие гляциальных форм рельефа - ледниковые цирки, кары, трюги. Главный источник формирования селей в данной зоне - ледниковые и склоновые отложения. Большую часть территории занимают скалами и осыпями на склонах круче 40°.

Среднегорно-высокогорная зона в пределах высот 1500-3000 м характеризуется резкими контрастами сочетания проявления лавин в зимне-ранневесеннее время и селей – в летнее. Этим зонам свойственно значительное вертикальное и горизонтальное расчленение территории, крутые склоны

(более 30% - крутизной более 30°), хорошо сохранившиеся гляциальные формы рельефа. Выпадает значительное количество осадков, способствуя развитию оползневых процессов и эрозии. Развитие большого комплекса экзогенных геологических процессов обуславливает наличие разнообразных генетически отложений, являющихся потенциальными запасами твердой составляющей селевых проявлений.

Среднегорная зона в пределах высот 600-1500 м отличается редким проявлением лавин в относительно короткий зимний период, проявлением селей и оползней в летнее время. Здесь наиболее селопасны крутые склоны на эскарпе Скалистого хребта. Низкогорная зона до 700 м характеризуется только опасностью схода оползней (круглогодично).

Данная высотная-зональная дифференциация дополнена материалами по распространению лавин, селей и оползней и положена в основу геоэкологического районирования (Глава 4).

2.4. Земельный покров и ландшафты

Активность склоновых процессов в значительной мере зависит от устойчивости склонов, что, в свою очередь, тесно связано с почвенно-растительным покровом. Изучение растительности и ландшафтов на территории КБР имеет давнюю историю. Выявлены различные закономерности в высотной и экспозиционной дифференциации растительности и ландшафтов, эффект аридности межгорных котловин и др. [35,117]. В основу составления ландшафтной карты КБР были положены данные исследований Гуны А.Н. [36], карта ландшафтов из Атласа КБР [11] (рис. 5).

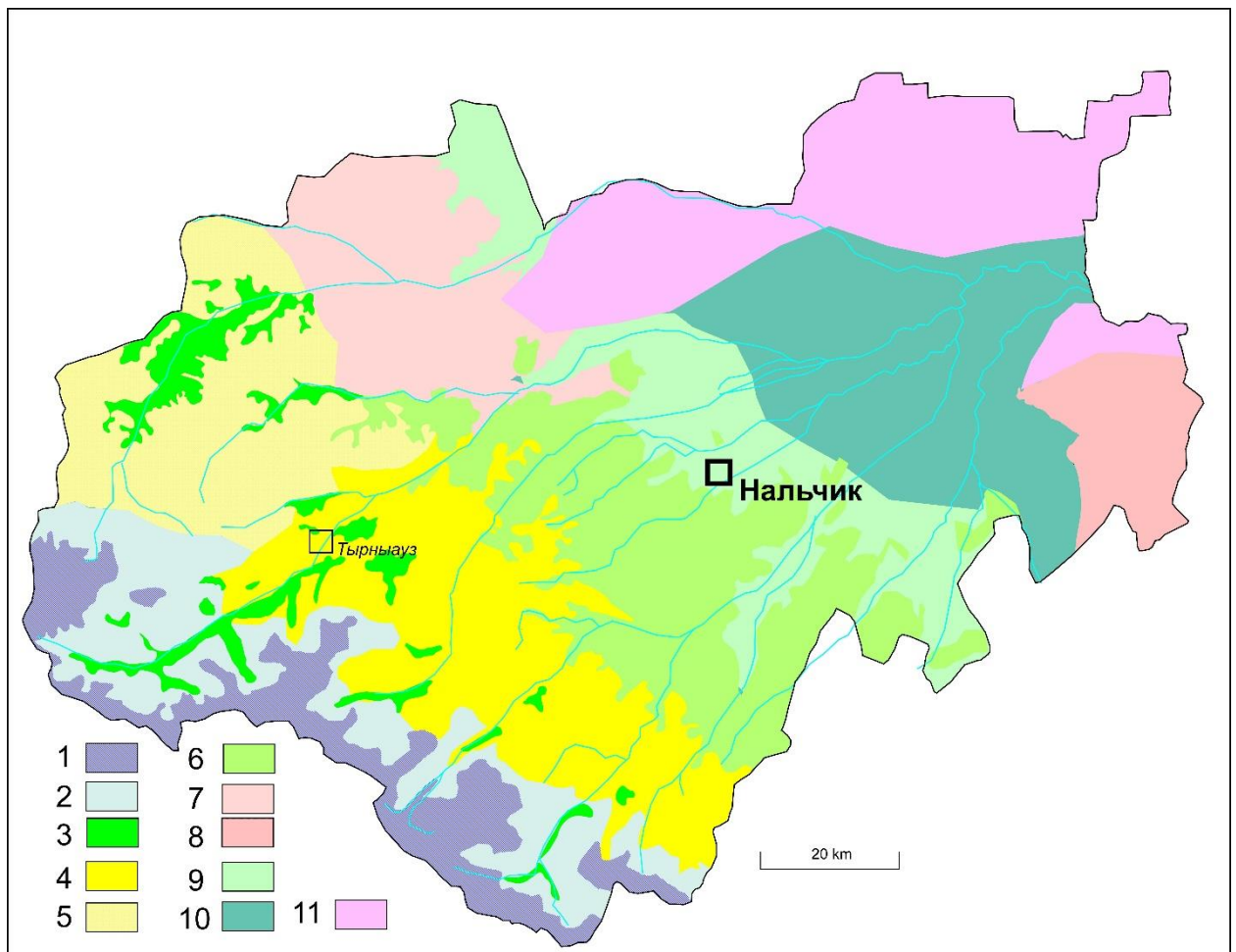


Рис. 5. Ландшафты КБР.

Ландшафты: 1 – высокогорные нивально-гляциальные, 2 – высокогорно-луговые, 3 – высокогорно-лесные хвойно-мелколиственные, 4 – среднегорно-лугостепные и горно-степные аридные, 5 – среднегорно-луговые остепенённые, 6 – низкогорно-лесные смешанные и широколиственные, 7 – низкогорно-лугостепные и лесостепные, 8 – низкогорно-сухостепные, 9 – предгорно-степные и лесостепные, 10 – предгорно-степные, 11 – предгорно-равнинные преимущественно сухостепные.

Карта ландшафтов отражает дифференциацию природных условий на уровне типов и подтипов ландшафтов, учитывая особенности орографии и зонального соотношения тепла и влаги. Для современной оценки пространственной дифференциации земельного покрова была использована карта земельного покрова, основанная на дешифрировании космических снимков [101].

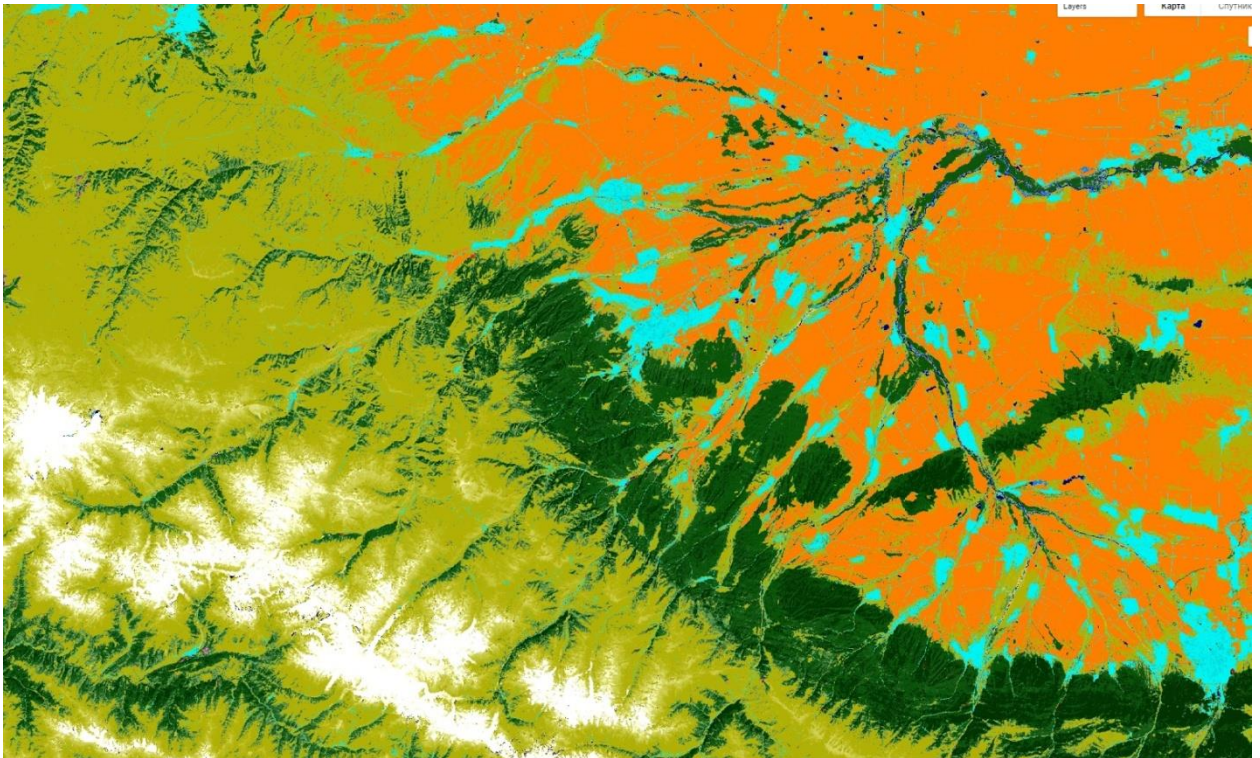


Рис. 6. Современный земельный покров территории КБР.

Основные типы: 1 – ледники и снежники, 2 – незадернованные поверхности и луга, 3 – леса, 4 - застроенные территории, 5 – пашни, 6 – водные объекты.

Как видно из рис. 6, земельный покров полностью подчиняется высотнo-зональным закономерностям. В настоящее время земельный покров испытывает динамику: 1) уменьшается граница ледников и снежников, что приводит к расширению незадернованных поверхностей, разрушению мерзлоты, обнажению и повышению неустойчивости рыхлого материала на склонах; 2) расширение лесных массивов за счет продвижения вверх по склонам; 3) увеличение селитебных территорий, в том числе и за счет выхода из зон безопасности [100,101].

Как будет более подробно показано ниже (см. Главу 3), типы современного земельного покрова имеют тесную корреляцию с ареалами проявления лавин, селей и оползней. Низкогорные леса хорошо отмечают ареалы распространения оползней. Зона оползней простирается по всему Северному Кавказу и тяготеет в низкогорной части к полосе широколиственных лесов на склонах, сложенных рыхлыми палеоген-

неогеновыми отложениями. Вырубка лесов этой зоны приводит к активизации оползней. Высокогорные нивально-нивно гляциальные ландшафты и луговые комплексы хорошо коррелируют с распространением лавин. Среднегорья с аридными котловинами, где наблюдается неустойчивый режим увлажнения, являются районами проявления селей. Значительные трансформации в эту картину (весьма обобщенную) вносит хозяйственная деятельность.

2.5. Хозяйственная деятельность и проявление склоновых процессов

Хозяйственная деятельность играет двоякую роль на проявление 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), провоцировании лавинной активности вследствие горнолыжного спорта и др. 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. Поэтому воздействие склоновых процессов на человека далеко не всегда связано с масштабами и мощностью их проявления. Часто небольшие сели или оползни могут принести бóльший ущерб в густонаселенной местности, нежели чем мощные процессы в тех местах, где человеческая деятельность практически отсутствует.

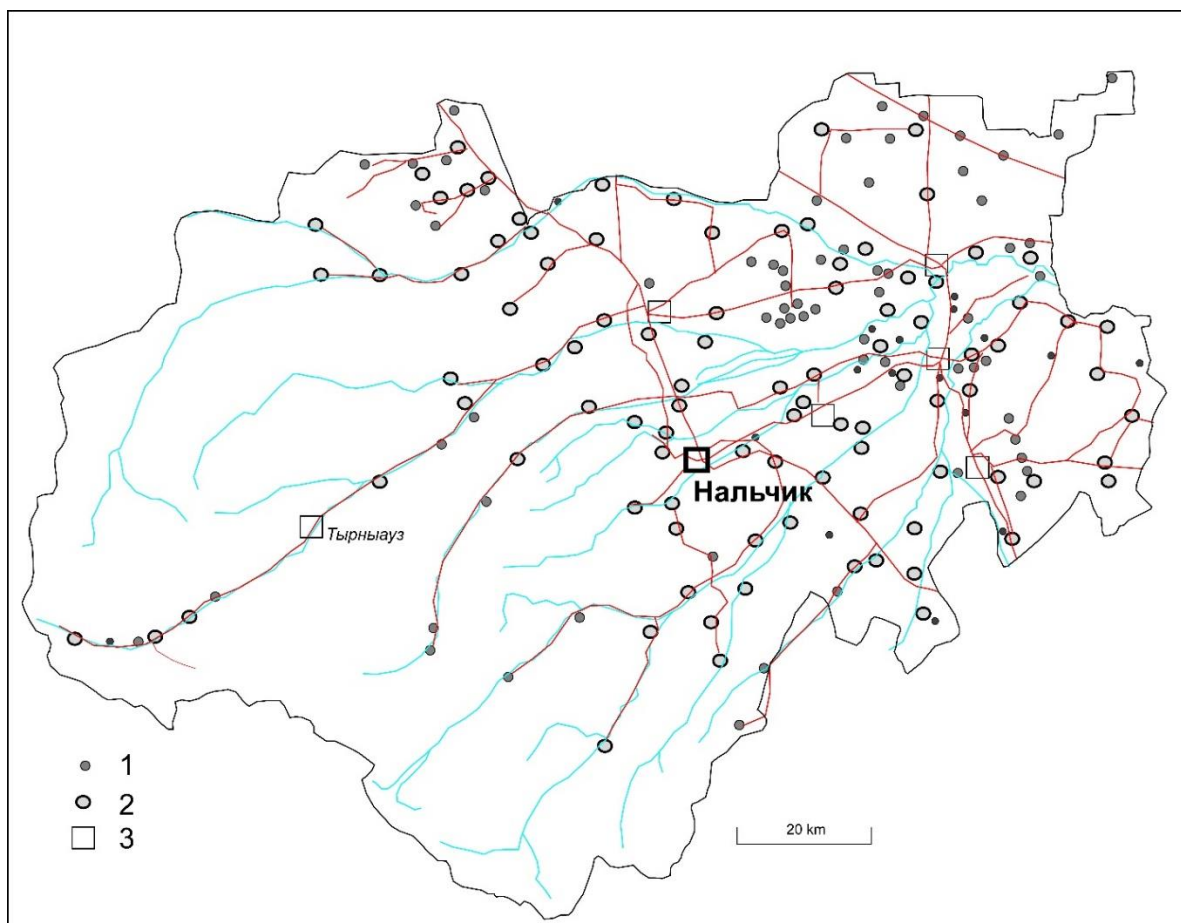


Рис. 7. Расселение в КБР.

1 – сельские населенные пункты до 1000 чел., 2 – сельские населенные пункты более 1 000 чел., 3 – города.

Как видно из карты (рис. 7), расселение в КБР весьма неравномерно. Наиболее густо заселены предгорья, в то время как горы и равнины слабо заселены. Самый высоко расположенный населенный пункт – Терскол (2120 над уровнем моря). Постоянное население имеется также и в поселке Азау (база МГУ), который находится на высоте 2320 м и может считаться самым высокогорным в республике, но формально Азау не считается самостоятельным поселением.

Наименее заселены горные и высокогорные территории, что связано с горным рельефом, малоземельем, распространением опасных природных процессов. Горная часть республики разделена на пять основных долин, которые разобщены в пространстве. В историческом прошлом они являлись местом для жизнедеятельности так называемых горских сообществ.

Количество населения по выделенным высотным зонам различается: на высокогорье и среднегорье приходится лишь 34 населенных пункта. В среднегорной зоне 26 населенных пунктов числом жителей 71 тыс. Из них 29 тыс. живет в г. Тырнауз (22 056 чел.) и пгт. Кашхатау (6358 чел.). Наиболее крупный сельский населенный пункт – Каменноостское (6040 чел.). Наименьший - Верхний Лескен (171 чел.).

В высокогорной зоне имеется лишь 8 населенных пунктов, два из них в Чегемском ущелье (Эльтюбю и Булунгу), а остальные – в Баксанском. Из 7 тыс. человек высокогорного населения большинство живет в рекреационной зоне Приэльбрусья.

В предгорно-низкогорной зоне от 300 до 500 м. имеется 50 сельских и 7 городских населенных пунктов с численностью более 600 тыс. человек. В городах Нальчик, Баксан, Нарткала, Чегем, поселках городского типа Залукокоаже, Адиюх, Звездный насчитывается 375 тыс. человек. Население некоторых сельских населенных пунктов превышает 20 тыс. человек (например, Дугулубгей). Крупные сельские населенные пункты – специфическая особенность республики.

В горах объективно меньше удобных площадей для расселения. Так при заселении Баксанской долины жители использовали небольшие участки, прижимаясь к каменистым склонам, безопасным в лавинном отношении. Конуса выноса селевых потоков, наложенных на речные террасы, использовались для огородов и сенокосения. Нынешний Терскол имеет небольшой традиционный квартал из нескольких семей, который теперь фактически не видно из-за многоэтажных зданий и коттеджей.

Ресурсное обеспечение многих больших населенных пунктов, возникших в горах в 20 веке, связано с централизованными поставками (газ, электричество, продукты питания и др.). Нагрузка на территорию за счет хозяйственной деятельности превышает емкость вмещающего ландшафта, приводя к неустойчивости, прежде всего, склоновых комплексов.

В горах КБР выделяются следующие основные типы природопользования, оказывающие влияние на склоновые процессы (табл.5):

- Земледелие (в особенности, террасовое земледелие на склонах),
- Отгонно-пастбищное животноводство,
- Горнопромышленное использование,
- Туризм и рекреация,
- Лесопользование,
- Природоохранная деятельность.

Таблица 5

Влияние различных типов природопользования на склоновые процессы

Вид природопользования	Период и ареалы распространения	Влияние на склоновые процессы
Террасовое земледелие	До 20 века, 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	20 век, очаговое распространение	Селевые проявления на отвалах, косвенное влияние на окружающий ландшафт за счет роста численности населения
Туризм и рекреация	Вторая половина 20 века, высокогорье и низкогорья	Влияние в основном через строительство инфраструктуры
Лесопользование	До начала 20 века, особенно вблизи селений	Многие леса вторичные, сведение лесов привело к неустойчивости склонов, широкому распространению лавин и оползней
Природоохранная деятельность	С 20 века, ареалами. Больше всего – в высокогорье	Ограничение хозяйственной деятельности благоприятно сказалось на устойчивости склонов

Земледелие в его террасовой форме не сохранилось ныне, оно было широко распространено до 20 века. Следы земледельческих террас прослеживаются до высот 1500 метров, нижняя их граница может опускаться вплоть до низкогорий. В настоящее время террасы разрушаются и могут служить очагами оползней.

Отгонно-пастбищное животноводство практически повсеместно распространено в горах. Летние пастбища служили ресурсной базой для всей республики. Регулирование пастбищеоборота сдерживало от перевыпаса. Изменения в статусе пастбищных земель привело к диспропорции в их нагрузках. Так, долина р. Ирик в Приэльбрусье в настоящее время испытывает чрезмерную пастбищную нагрузку вследствие закрытия ряда горных долин, примыкающих к границе с Грузией. Другой проблемой является неконтролируемый выпас вблизи селений в зимне-весеннее время. Именно этот период является наименее устойчивым для почвенно-растительного покрова. Выгон скота на близлежащие склоны приводит к эрозии, стимулированию оползней и селей.

Горнопромышленное использование началось в 20 веке. Геологоразведочные шахты были пробурены в окрестностях Эльбруса, в верховьях Малки. Самый известный горнопромышленный комплекс – Тырнауз. Строительство шахт и города привело к резкому уменьшению устойчивости горных экосистем. Добыча строительных материалов на склонах (с. Заюково и др.) также нарушило устойчивость склоновых комплексов.

Туризм и рекреация осуществляют многостороннее влияние на проявление склоновых процессов. Особенно важным является то, что туристско-рекреационная деятельность выходит за рамки традиционных пространственных ареалов жизнедеятельности людей, проникая в зону динамично проявляющихся процессов, прежде всего, лавин. Вследствие этого обостряется «контакт» человека и опасных склоновых процессов. В КБР туризм и рекреация повлекли за собой развитие инфраструктуры, прежде

всего, дорог, линий связи и энергообеспечения, жилых и спортивных комплексов. Все это потребовало больших объемов изъятия грунтов, подрезки склонов, дополнительного водообеспечения и водоотведения и т.д. В настоящее время, учитывая динамичное развитие этого типа природопользования, риски проявления склоновых процессов будут неуклонно возрастать.

Лесопользование, как тип природопользования, является важным видом жизнедеятельности. Вплоть до начала 20 века леса вырубались для отопления, строительства. Нынешнее состояние лесного покрова – это лишь часть лесной зоны. При этом, можно предположить, что часть ранее лесных земель, особенно на склонах южных экспозиций, вряд ли способны на лесовозобновление, поскольку изменился почвенный покров. Нынешние леса имеют разный статус лесопользования, промышленное лесопользование отсутствует, в основном леса являются водоохранными и почвозащитными, они являются важным фактором защиты склонов.

Природоохранная деятельность тесно связана с лесоохранной деятельностью. В республике имеются ряд особо охраняемых природных территорий. Среди них Кабардино-Балкарский высокогорный заповедник и Национальный парк Приэльбрусье.

2.6.Выводы по главе 2

1. К основным геоэкологическим характеристикам региона, определяющим главные особенности проявления склоновых процессов, относятся горный рельеф, горный климат, растительный покров и хозяйственная освоенность.

2. Учитывая геолого-геоморфологическую поясность рельефа и климатические изменения с высотой, выделяются четыре основных высотных зоны, различающиеся по сочетанию и интенсивности проявления основных

склоновых процессов – лавин, селей и оползней: высокогорная нивально-гляциальная, высокогорная луговая, среднегорная степная, низкогорная лесная.

3. Наложение карты современного земельного покрова и границ высотных зон проявления лавин, селей и оползней показывает тесную корреляцию распространения склоновых процессов с растительностью. Низкогорные широколиственные леса хорошо маркируют ареалы распространения оползней. Высокогорные нивально-нивально гляциальные ландшафты и луговые комплексы хорошо коррелируют с распространением лавин. Среднегорья с аридными котловинами, где наблюдается неустойчивый режим увлажнения, являются ареалами проявления селей.

4. В процессе исторического освоения на распространение и активизацию склоновых процессов играли важную роль террасовое земледелие на склонах, отгонно-пастбищное животноводство, горнопромышленное использование, туризм и рекреация, лесопользование, природоохранная деятельность.

Глава 3. Распространение и характер проявления селей, лавин и оползней на территории КБР

3.1. Распространение и характер проявления лавин

Снежные лавины характерны для многих горных территорий. Несмотря на развитие методов наблюдения и измерения, прогноз схода лавин остается довольно сложной задачей [142, 144, 145, 147, 152-155, 158, 160, 161, 165, 168-172, 174, 175, 177, 181, 183, 189, 192]. Сочетание рельефа и климатических условий Большого Кавказа приводит к широкому распространению снеговых лавин [17]. Обрушения лавин 1846, 1854, 1899, 1931-32, 1955-56, 1975-76, 1986-87, 1992-93 и последующие годы на Кавказе вызвали катастрофические последствия, приводили к многочисленным жертвам, разрушениям жилых домов и хозяйственных построек, гибели скота, уничтожению лесных массивов, разрушению автомобильных дорог.

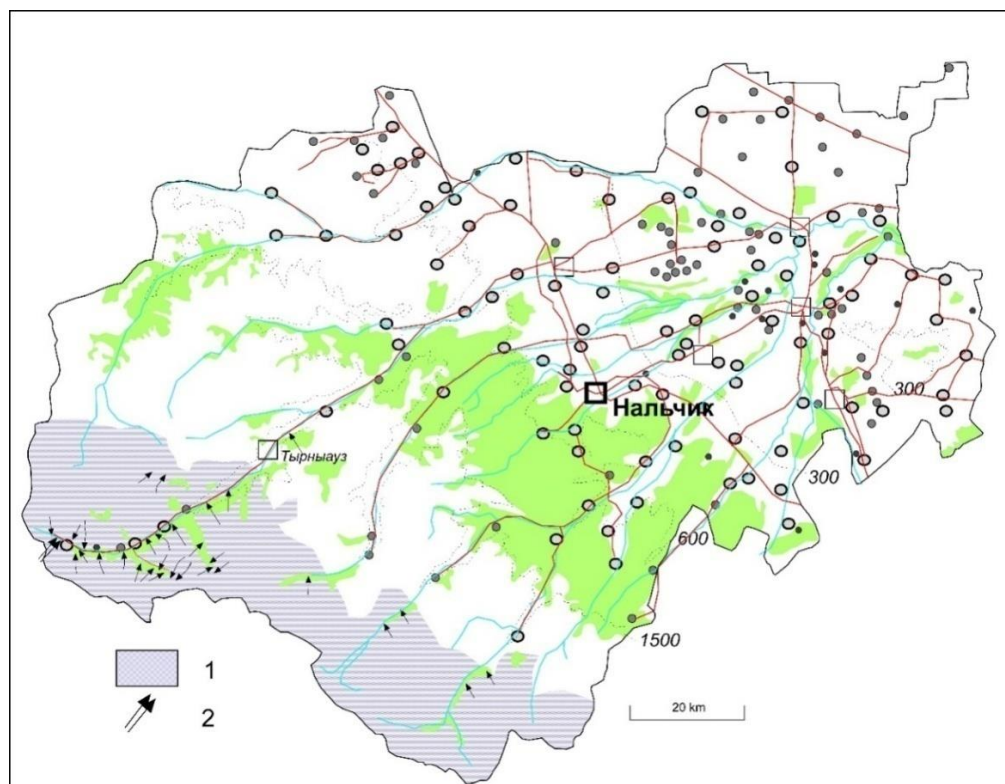


Рис. 8. Распространение лавин в КБР.

1 – зоны плотного распространения лавин, 2 – катастрофические лавины, вызвавшие ущерб. Зеленым цветом показаны лесные массивы, кружками – населенные пункты (см. рис. 7).

На основе материалов собственных полевых исследований и учитывая предыдущие наблюдения различных авторов, составлена карта распространения лавин на территории КБР (рис. 8). Особо отмечены места проявления разрушительных лавин, которые зафиксированы в сводках МЧС.

Из карты видно, что зона сплошного распространения лавинной опасности (лавиноборы, лавинные лотки и конуса выноса занимают более 75% площади ареала) расположена на крайнем юге республики, на отрогах Главного, или Водораздельного, и Бокового хребтов. Ширина этой зоны наибольшая в Баксанской долине (более 70 км), в других долинах она несколько меньше. Согласно исследованиям [109], в КБР имеется 132 лавинных участка. Среди них лишь первые несколько десятков приурочены к местам тесного соприкосновения хозяйственной деятельности (дороги, линии энергоснабжения и связи, жилые и производственные комплексы). Остальные лавинные участки расположены относительно далеко от зоны проживания людей. В эти участки человек заходит, если, например, совершается восхождение альпинистов.

Наиболее лавиноопасным районом является Приэльбрусье, здесь находится 35 лавиноопасных очагов. К Приэльбрусью приурочены и основные катастрофические лавины. Это объясняется наиболее глубоким и масштабным проникновением человека в высокогорье на этом участке. В этой лавиноопасной зоне располагаются 4 населённых пункта: с. п. Эльбрус, Байдаево, Терскол и Нейтрино.

Большинство лавин сходят, как правило, со склонов северной экспозиции. Их ареалы воздействия известны, хозяйственная деятельность в них, как правило, не ведётся. Однако и склоны южной экспозиции могут стать очагами лавинопроявления. Так, 18 января 1976 г. сошедшая с левого борта долины р. Баксан около гостиницы Иткол лавина привела к гибели 9 человек. Снегопад в конце января 1993 года спровоцировал сход лавины, разрушившей одно из зданий учебно-научной станции МГУ на поляне Азаув Приэльбрусье

и унесшей жизни 4 человек, а также лавин с пика Терскол и у селения Байдаево, также приведшим к человеческим жертвам [93].

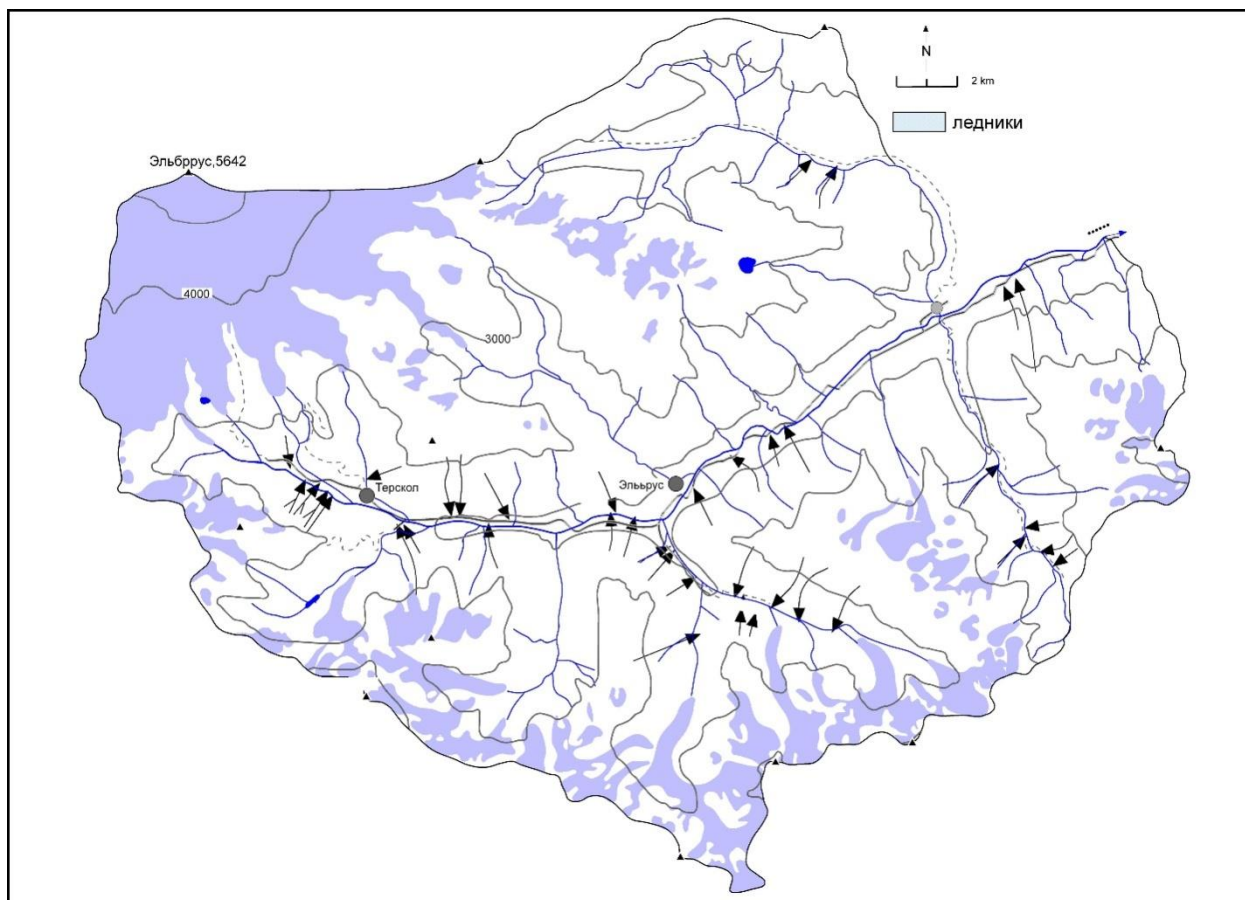


Рис. 9. Катастрофические лавины в Приэльбрусье
(составлено с использованием материалов Атласа Приэльбрусья, МГУ, 1992)

Как видно из рисунка 9, катастрофические лавины воздействуют на инфраструктуру, прежде всего дороги, а также жилые и хозяйственные объекты. Чем выше освоенность, тем больше человек подвергается опасности лавин. В 2007 г. принята федеральная программа по развитию Приэльбрусья, в которой предусмотрено строительство современных канатных дорог от поляны Азау до станции «Приют Одиннадцати», расположенных на высотах 2350-4050 м. В настоящее время построены три современные гондольные канатные дороги, новые горнолыжные трассы, расширена гостиничная база. Значительно повысился туристический поток. В генеральном плане освоения Приэльбрусья предусмотрено строительство новых канатных дорог и

подъездных путей к ним, автопаркинга, горнолыжного стадиона и много других объектов инженерной, гостиничной и досуговой инфраструктуры.

3.2. Распространение и характер проявления селей

Активность селей изменяется во времени и испытывает циклические колебания различной продолжительности в зависимости от факторов, обуславливающих их развитие. Сама активность различается в селеопасных районах мира и России в зависимости от условий формирования селей [60, 83, 102, 123, 141, 146, 149, 150, 163, 167, 173, 176, 180, 182, 185, 188, 193].

Фондовые материалы позволяют сопоставить активность селей в конце XX и начале XXI века, анализ подробно представлен в работе И.Б. Сейновой [110, 58]. Отмечено, что с начала наблюдений на метеостанции Терскол, с 1951 по 1999 год в бассейне р. Баксан зафиксировано 33 схода селей – от единичных и локальных до массовых, катастрофических. Наибольшую опасность представляли селевые проявления 1953, 1962, 1977, 1983, 2000 годов, мощность которых была более 1 млн. м³.

Согласно данным [108], в КБР 228 селевых бассейнов. Как видно из карты (рис. 10), зона почти сплошного проявления селей приходится на среднегорье и на стык среднегорья и 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. Катастрофические сели приурочены к дорогам и населенным пунктам.

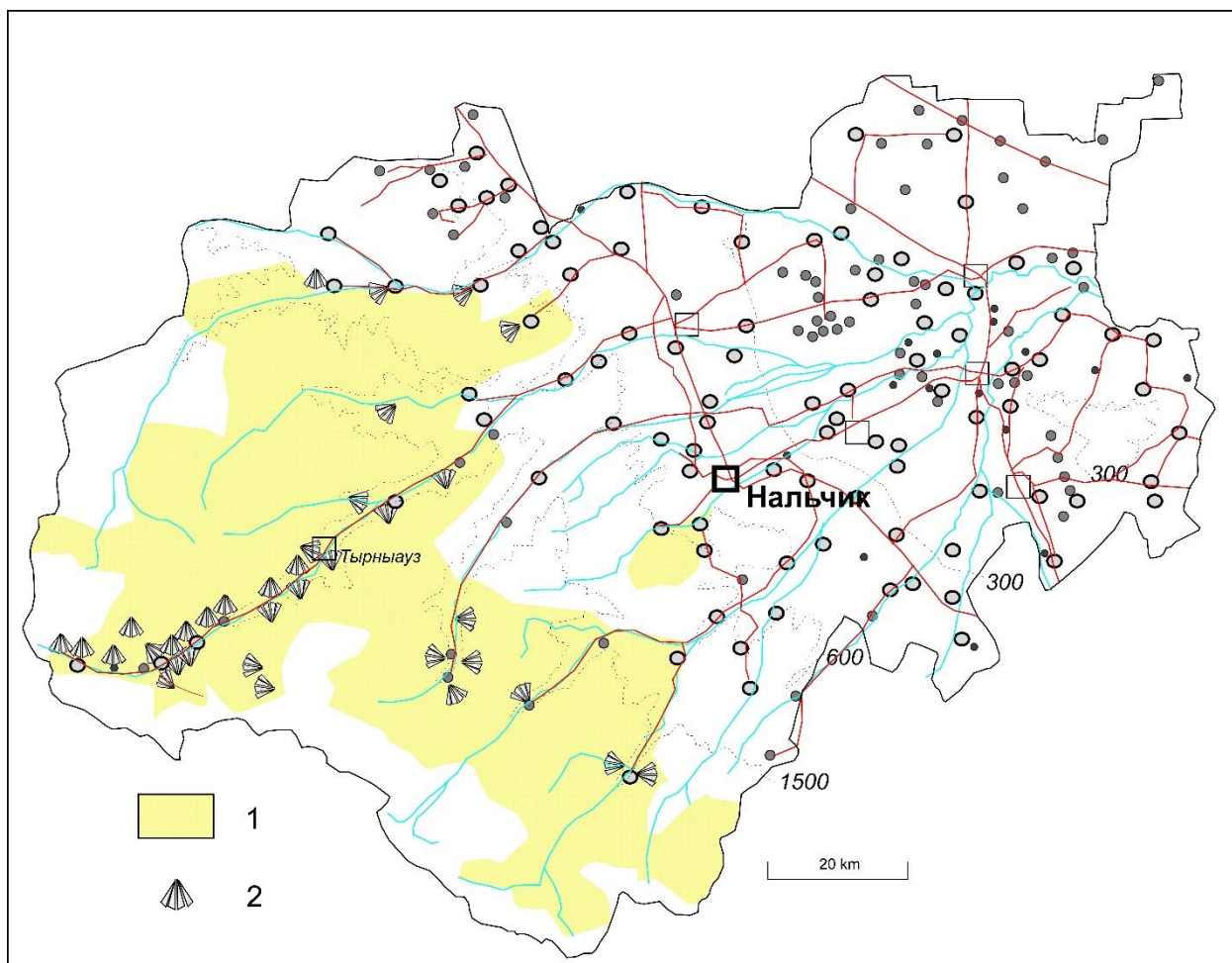


Рис. 10. Распространение селей в КБР.

1 – зона более 75% покрытия селевыми бассейнами,
 2 – сели, нанесшие ущерб.

Наибольшее количество селевых потоков с небольшими объемами выноса в начале XXI века отмечается в 2005, 2006, 2010, 2014, 2019 годах. Все они обусловлены метеорологическими факторами [88]. В 2005 г. несколько селей прошло по Большим и Малым Мукуланам, причиной было переувлажнение отвалов пустой породы - техногенного материала отвалов Тырныаузского горно-обогатительного комбината (ТГОК), в результате которых образовались кратковременные заторы в русле р. Баксан. Активность селей в марте и в августе 2006 года была связана с высокой температурой воздуха, так же, как и в 2010 году. По данным ГУ МЧС отмечены селевые потоки в бассейнах рек Черек, Чегем, Баксан с 2010 по 2020 год (Табл.6).

Таблица 6

Активность селей и других опасных природных процессов на территории Кабардино-Балкарии (2011-2021). Данные ГУ МЧС.

Годы	Бассейн реки	Степень активности селей и др. процессов		
		сильная	средняя	Слабая
2011	Черек			2
2012	Черек			3
2013	Черек			1
2014	Черек		2	3
2015	Черек			2
2016	Черек			6
	Псыгансу		1	
2017	Баксан	2		
	Черек		1	
2018	Баксан	1		2
	Черек			2
2019	Баксан			7
	Черек			2
	Чегем			1
2020	Баксан	Оползень		2
	Черек			1
2021	Баксан		1	3
	Черек			1

Селевые потоки 2014 г. развивались на склонах, которые сложены глинистыми сланцами и песчаниками нижней и средней юры, они покрыты делювиально-коллювиальным чехлом. При этом вначале на этих склонах начали развиваться оползневые явления. Зона зарождения незначительного количества селей приходилась на склоны, сложенные протерозойскими кристаллическими сланцами и палеозойскими гранитами (рр. Жидиру-Су, Сукош-Су и др.).

Сложная обстановка сложилась в Черекском и Чегемском районах в результате размыва дорожного полотна на 51 км дороги «Урвань-Уштулу», смыва дороги «Чегем II – Булунгу» на участках, протяжённостью 150 и 125 м (между рр. Абардан-Су и Быкмылгы-Су и ниже устья р. Быкмылгы-Су). Также

произошел разрыв газопровода. Транспортное сообщение с селениями Эльтюбю и Булунгу было прекращено. В Чегемском районе и в с.Верхняя Балкария в Черекском районе объявлен режим чрезвычайной ситуации.

На многочисленных участках дорог «Бабугент–Безенги», «Безенги – альплагерь «Безенги», «Урвань–Уштулу», «Чегем II–Булунгу» отложениями селей и оплывин были занесены дорожные покрытия и повреждены мосты через р. Чегем и р. Абардан-Су, разрушен мост около погранзаставы.

21 мая 2014 г. значительная активизация селей произошла в Эльбрусском районе, особенно в бассейне р. Кенделен. В результате паводка, прошедшего по долине р. Гижгит, частично разрушена дамба, перекрывающая сток реки в сторону хвостохранилища с озером. При повторении подобной ситуации, возможно заполнение портала водоотводящего тоннеля селевой массой, прорыв дамбы и выход паводковых вод на озеро хвостохранилища с последующим катастрофическим прорывом. Ущерб от стихийных явлений в мае 2014 г. по данным Правительства Кабардино –Балкарии составил около 1 млрд руб.

За 2016 – 2021 гг. в Кабардино-Балкарии наблюдались селевые потоки различные по генезису, мощности и разрушительной силе. В эти годы велись детальные наблюдения за селями и факторами, их обуславливающими [6, 8, 82, 41].

Особенно много очагов катастрофических селей в долине Баксана, как оси наиболее активного хозяйственного, прежде всего рекреационного, освоения (рис. 11). В начале XXI века характер селевых проявлений в Приэльбрусье изменился [60,77]. После 2000 года не произошло ни одного селя мощностью более 1 млн. м³. Лишь сель 2011 года прошедший по р. Герхожан-Су [39,83], достиг 500000 м³, а также катастрофический сель 2017 года, обусловленный прорывом озера Башкара в ущелье Адыл-Су [124]. Также следует отметить селеподобный паводок на р. Гижгит в 2005 году (800000 м³). Кроме гляциального селя в бассейне р. Бирджалы-Су в 2006 году

практически все сели имели дождевой или смешанный генезис. Возможно, что не все селевые проявления были зафиксированы.

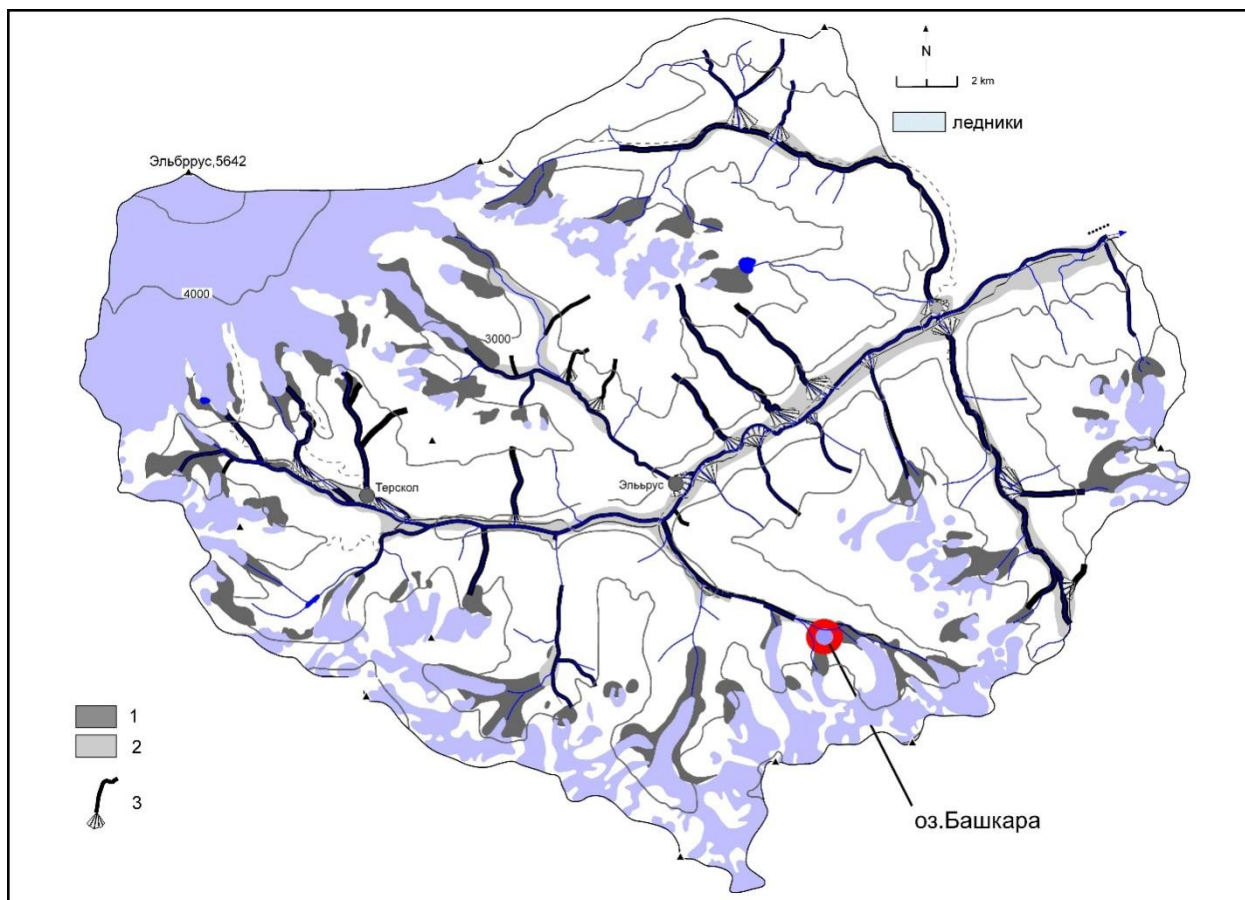


Рис. 11. Наиболее активные селевые русла и выплески селей в верховьях Баксанской долины (по данным [128,36] с дополнениями).

5 июля 2018 года прошел катастрофический паводок и незначительные селевые потоки на р. Баксан и на притоках р. Баксан (р. Азау, р. Донгуз-Орун, р. Адыл-Су, р. Курмычи) с разрушениями участков дороги «Прохладный-Азау», газопроводов, линий и опор ЛЭП, мостов, канализационных коллекторов, участков лесных массивов и пр.

23-24 июля 2019 года отмечались сходы селей малой мощности, но на большой территории по притокам рек Баксан, Адыр-Су, Тютю-Су, по руслам рек Адыр-Су, Тютю-Су (в верхней и средней части), Герхожан-Су.

Все рассмотренные селевые потоки были вызваны ливнями в высокогорной и среднегорной зонах или стали следствием длительной жары

(14-15 августа 2017 года при отсутствии осадков). С начала июля на территории наблюдался циклонический характер погоды. По данным таблицы 7 можно отметить существенные отличия средней температуры воздуха и количества осадков за последние годы и, в особенности, 2019 года. В июле средняя температура была уже существенно ниже нормы, а количество осадков почти в два раза больше. Эта ситуация и определила высокую активность оползневых и селевых процессов в июле 2019 года. Осадки, с которыми связано наибольшее количество опасных геологических процессов, прошли в основном 22 – 25 июля, а также 12 – 13 июля [41].

Таблица 7

Среднемесячные температуры воздуха (T_{cp} , °C) и количество осадков (Q мм) в 2016-2020 годах по отношению к среднему многолетнему значению

Месяцы	Май		Июнь		Июль		Август	
	T_{cp}	Q мм	T_{cp}	Q мм	T_{cp}	Q мм	T_{cp}	Q мм
Среднее многолетнее значение	6,7	87	9,9	93	12,5	100	12,1	91
2016	7,6	111,1	10,5	54,8	12,5	169,5	13,8	115,3
2017	5,9	255,3	10,6	80,9	14,1	67,1	14,1	83,4
2018	8,6	46,3	11,7	44,8	14,2	146,1	12,2	96,9
2019	8,5	108,2	12,6	105,9	11,9	177,9	12,9	45,9
2020	7,5	147,9	11,5	80,3	13,9	81,0	10,8	88,9

Анализ синоптической ситуации на Северном Кавказе, выполненный по материалам Гидрометцентра КБР за наиболее селеопасный месяц июль, показал, что с начала июля на территории наблюдался циклонический характер погоды, частое прохождение фронтов. Вдоль гор часто отмечен фронт окклюзии, с которым связано формирование протяженной зоны облаков и осадков, который часто возникает за счет смыкания холодных и теплых воздушных масс. 23 и 24 июля было отмечено, что погода будет определяться ложбиной с юга и влиянием холодного воздуха с северо-запада. Ожидался кратковременный дождь, местами с перерывами. Следует отметить, что

катастрофический селевой поток, вызванный прорывом озера Башкара в 2017 году, обусловлен сходной синоптической ситуацией, хотя в 2017 году температура воздуха была значительно выше. Столкновение этих воздушных масс всегда опасно для данной территории, оно часто приводит к опасной погодной ситуации и активизации оползневых и селевых процессов.

По данным обследований 8 августа 2019 г. селевые потоки 23 июля сошли с левых и правых притоков долины р. Адыр-Су и по р. Адыр-Су. Сели по рр. Суллукол-Су и Куллумкол-Су имели гляциально-ливневый генезис. Они были подготовлены во время сильной жары в мае - июне и сошли после обильных осадков в июле. Также была разрушена дорога в этом ущелье. Селевой поток сошёл по балке Джаловчат.

24 июля в Чегемском ущелье сотрудники ГУ МЧС России по КБР проводили спасательные работы возле турбазы «Башиль», где потоком по р. Башиль Аузу-Су были разрушены опоры висячего моста. Дешифрирование космических снимков на верховья р. Башиль Аузу-Су показало, что селевой поток начинался с ледника Северный Башиль и привел к сбросу воды из небольшого озера, таким образом селевой поток также имел гляциально-ливневой генезис. Аналогичные проявления отмечены в 2022 г.

По данным ГУ МЧС России по КБР 24 июля сели наблюдались в Черекском районе в бассейнах рек Черек Безенгийский и Черек Балкарский. Селевыми массами была перекрыта автодорога «Урвань-Уштулу» в двух местах. На космических снимках видно, что это был участок конуса выноса р. Тарташла (правый приток р. Черек Балкарский, выше р. Гюльчи-Су). Селевые массы перекрыли участок дороги протяжённостью 90-100 м.

В результате анализа данных, представленных в таблице 7, можно отметить, что значительные и катастрофические проявления селей не сильно связаны с месячными значениями метеорологических показателей данной метеостанции. При увеличении количества осадков за месяц вероятно проявление слабых и незначительных селей в отдельных бассейнах (июль в

2016, 2018, 2019, 2021 гг.). В эти же месяцы частое проявление селей связано с периодами повышения средней суточной температуры воздуха до 15 - 17°C.

При оценке метеорологических условий формирования селей следует отметить, что вследствие тенденции повышения температуры воздуха в начале XXI века были созданы условия для изменения условий абляции, повышения снеговой линии на ледниках, которые сохраняются до настоящего времени [93]. Маршрутные и вертолетные обследования последнего десятилетия показали, что кромки ледников Центрального Кавказа во многих местах перешли высотную отметку в 3000 м над уровнем моря и находятся выше [87]. Снег, выпавший за зимний период на ледниках, не успевает таять за летний период, тем самым создается «чехол», который препятствует активной абляции. Поэтому в селеопасный период высокие значения температуры воздуха и даже совпадающие с ними периоды значительного количества осадков не достаточны для формирования мощного селевого потока.

В связи с интенсивной деградацией ледников, помимо всего прочего, исчезли характерные моренные озера. Так существенные изменения произошли в верховьях Каяарты-Су [88]. Зандры остались далеко от края ледника. Однако, сохранилось довольно большое количество погребенных льдов, которые могут принять участие в формировании селей при аномально высоких температурах и достаточном увлажнении за счет осадков. Увеличение количества осадков способствовало активизации селей дождевого и смешанного генезиса. Вместе с тем, конкретные даты проявления селей не всегда совпадают с повышенными значениями метеорологических факторов. Для оценки влияния метеорологических факторов формирования селей необходимо учитывать широкое развитие в районе исследований различных по генезису рыхлообломочных пород, являющихся средой развития экзогенных геологических процессов.

Так же, как и в конце XX века, в начале XXI принято считать, что для формирования селей, особенно, гляциального генезиса, необходимо, чтобы температура воздуха была достаточно высокой и более 5 дней превышала

норму. Но абсолютные суточные значения часто не играют решающей роли при формировании селей. Большое значение имеют положительные аномалии тех или иных показателей, влияющих на состояние ледниково-моренных комплексов. Пороговым критическим значением для формирования гляциальных селей является число дней с температурой воздуха более 15 °С.

Изменения климата привели к деградации нивально-гляциальной зоны и угрозе прорыва перигляциальных озер. Ярким примером является прорыв озера Башкара, расположенного в долине р. Адыл-Су на северном макросклоне Главного Кавказского хребта на высоте 2575 м (см. рис. 11). Ледниково-моренный комплекс Башкара всегда был селеопасным, и в конце 1950-х годов прорывы этого ледникового озера уже приводили к разрушительным селевым потокам по долине р. Адыл-Су. Наблюдение за ним и исследования велись постоянно, публиковались работы о нарастании угрозы. В 2008 году вода из оз. Башкара стала вновь переливаться через ограничивающий его вал (морену), возникла угроза формирования гляциального селя. Однако ситуация стабилизировалась, и до 2015 г. уровень воды в озере высоко не поднимался.

1 сентября 2017 года в результате прорыва о. Башкара, по долине р. Адылсу произошел сход селевого потока объёмом около 800 тыс. м³ и наносоводный селя по реке Баксан [125] (рис. 12). Прохождение селей было подготовлено аномальными погодными условиями в июле и августе. Так в июле 12 дней средняя суточная температура воздуха была выше 15°С (по данным гидрометеостанции Терскол), что является пороговым критическим значением при формировании селей - триггером при формировании селевых потоков в пределах ледниково-моренных комплексов [41,154]. В августе с начала месяца не было средней суточной температуры ниже +15°С, она доходила почти до 20°С, что обусловлено влиянием мощного антициклона на юге Европейской России. Осадков в августе практически не было. К 11 августа снеговая линия проходила на высоте более 3800 м. При этом высокие температуры воздуха создают условия для формирования больших объёмов

талых ледниковых вод, которые могут накапливаться внутри ледника и затем прорываться в виде гляциальных паводков. Данные условия можно сравнить с июлем 2000 года [40].



Рис. 12. Прорыв озера Башкара в ущелье Адыл-Су и образование катастрофического селевого потока.

После длительного периода аномально жаркой погоды над высокогорными районами Центрального Кавказа установился атмосферный фронт, с которым были связаны локальные ливни. Причиной прорыва озера Башкара и катастрофического селя в Баксанском ущелье КБР стал один из таких ливней [40,125].

По данным автоматической метеостанции, расположенной около километра от озера на гляциологической базе МГУ "Джанкуат", с 15:00 ч. 28 августа до 3:00 ч. 1 сентября выпало 200 мм осадков, из них более 100 мм - после 20 ч. 31 августа. Настолько сильного ливня в этом районе не было более четверти века, а его вероятность по данным многолетних наблюдений менее чем раз в сто лет (1% - обеспеченность). Месячная норма осадков в августе

здесь составляет около 80 мм. Таким образом, только в ночь схода селея выпало больше месячной нормы [125]. По предварительным оценкам уровень воды в озере упал примерно на 15-17 метров, а объем прорывного паводка составил 600-700 тысяч кубометров. Пиковый расход прорыва, судя по следам, оставленным на леднике Башкара, мог составить около 600 кубометров в секунду. Прорывной паводок перешел в селевой поток на фронтальном уступе морены, отложенной в XIX веке отступающим ледником [7, 125].

Учитывая опасность катастрофического селевого потока по всему ущелью были организованы посты МЧС России (рис. 13) с функцией предупреждения о возможной опасности. Сотрудники гляциологической базы МГУ «Джанкуат» вели систематические наблюдения за колебанием уровня озера.



Рис. 13. Информационный плакат МЧС по Кабардино-Балкарии с предупреждением о возможном прорыве озера Башкара.

Также сотрудники главного управления МЧС России по КБР организовали наблюдения за состоянием озера. Наблюдатели были расположены на морене, вели днем и ночью с использованием мощного прожектора наблюдения за состоянием долины р. Адыл-Су ниже озера

Башкара и следили, чтобы отдыхающие не размещали палатки на берегах реки и не находились в угрожаемой зоне. В результате наблюдений специалистов был составлен документ о высокой вероятности прорыва озера и его возможных экологических последствиях для ущелья Адыл-Су и туристических баз, для селения Эльбрус и федеральной трассы.

За три дня до прорыва озера на основе доступных мониторинговых данных была спрогнозирована высокая опасность возникновения ЧС. Были приняты все возможные организационные меры, развернуты силы и средства реагирования, средства систем жизнеобеспечения, эвакуации, временного содержания и содержания людей в случае ЧС. К сожалению, селевой поток унес жизни нескольких человек, двое из которых находились на своих постах по наблюдению и реагированию в случае ЧС. Селевой поток разрушил единственную автотрассу в Приэльбрусье и инженерные сети. Благодаря предпринятым превентивным мерам и готовности всех сил к ликвидации последствий стихии, в короткие сроки удалось организовать эвакуацию людей и необходимое продовольственное снабжение, снять блокаду транспортного доступа, провести восстановительные работы.

Проявление катастрофического селя на р. Адыл-Су и прорыв озера Башкара послужили очередным сигналом к необходимости внедрения систем оценки опасностей и рисков на базе совершенствования мониторинга опасных склоновых процессов. Однако в настоящее время наблюдения по всему ущелью Адыл-су на должном уровне не ведутся. В 2018 году была сделана технологическая дорога до озера Башкара, но она не поддерживается на должном техническом уровне. На этом участке крайне необходимы метеорологические и гидрологические наблюдения за состоянием озера и реки. В случае увеличения опасности необходимы наблюдательные посты для своевременного предупреждения населения.

3.3. Распространение и характер проявления оползней

Изучению оползневых процессов на Северном Кавказе уделялось большое внимание. В первую очередь, это относится к оползневым процессам горных территории [140, 148, 157, 159, 160-162, 164, 184, 186, 190, 191, 194]. Оползневые процессы рассмотрены В.В. Разумовым [105, 108,111,40].

Основными факторами, определяющими активность проявления оползней, являются: суммы осадков за год (увлажненность территории), расходы рек (речная эрозия) в долинах рек. Главным фактором активизации оползней является общая увлажненность территории, определяемая годовым количеством осадков, осадками за характерные (процессоопасные) периоды года. Анализ случаев активности проявления оползней и годовых сумм осадков показал совпадение периодов активизации оползневых процессов с экстремумами годовых сумм осадков.

Влияние увлажненности территории на активность оползневых проявления прослеживается не только в многолетнем, но и внутригодовом разрезе. Речная эрозия, как фактор активизации оползней, действует по принципу кумулятивного эффекта, т.е. ее влияние накапливается в течение длительного периода времени, прежде чем реализуется в виде оползневых подвижек размытого у основания склона. Это объясняется сравнительно небольшой скоростью русловой эрозии: боковая до нескольких десятков сантиметров в год, глубинная - до нескольких сантиметров в год.

В последние годы активизация оползней на Северном Кавказе во многих случаях связана с деятельностью человека. В целом для Северного Кавказа характерна тенденция нарастания активности оползневых проявлений. На территории КБР оползневые процессы широко развиты в горах и предгорьях в породах всех возрастов и типов: от древних кристаллических до рыхлых современных. На северных склонах Скалистого хребта, в области низко и среднегорного рельефа республики, встречаются довольно крупные по размерам оползни, захватывающие в основном делювиальные отложения.

На рис. 14 видно, что распространение оползней обусловлено комплексными ландшафтными факторами условиями, 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, в них ведется интенсивное 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. Некоторая часть оползневых явлений заметно также на западных отрогах Терского хребта.

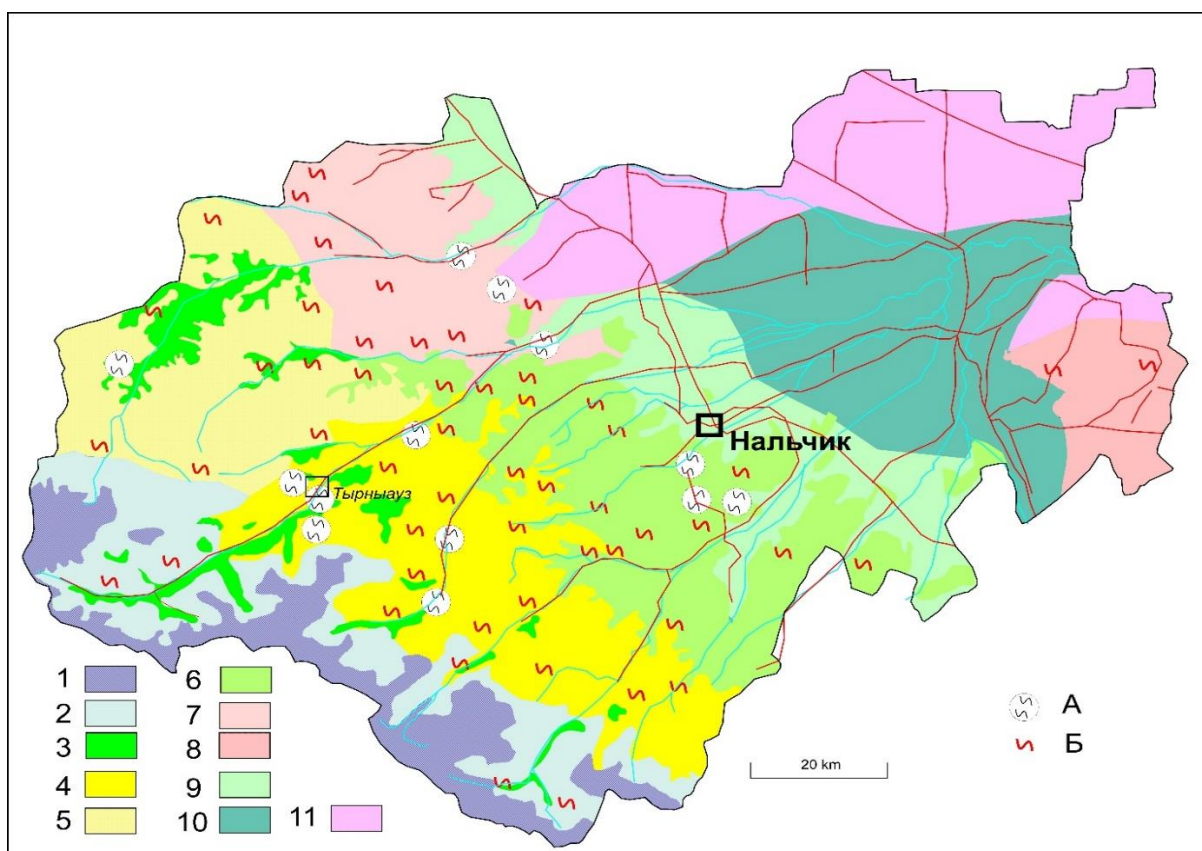


Рис. 14. Распространение оползней в КБР. Цифрами показаны 1-11 – ландшафты (см. рис. 5), А – оползни, принесшие ущерб, Б – оползневые явления различной интенсивности.

Катастрофические оползневые процессы приурочены к дорогам и населенным пунктам: Тырныауз, Булунгу, Герпегеж, Былым, Заюково, Каменноостское, Сармаково. Активизация освоения северного склона Эльбруса и прокладка дороги к источникам Джилы-Су привело к снижению устойчивости платообразных участков и склонов с горно-луговыми и горно-леснымимелколиственными ландшафтами. Здесь неоднократно движение транспорта прерывается сходом относительно небольших оползней.

Для территории КБР установлено три оползнеопасных периода, напрямую связанных с метеорологическими и гидрологическими факторами:

1. Весна-начало лета -таяние снежного покрова и ливневые дожди.
2. Лето –жаркая погода, приводящая к таянию ледников (летние паводки, вызывающие эрозию подножий или нижних частей склонов).
3. Сентябрь-октябрь - период затяжных дождей, вызывающих оползневые процессы в предгорье и низкогорье.

Наибольшее количество активизаций оползневых процессов приурочено к первому периоду. Оползневаяактивность значительно различается по годам в зависимости от гидрометеорологических и тектонических условий, а также от антропогенных воздействий на геологическую среду.

По материалам работ В.В. Разумова и др. [105] составлен временной ряд активности оползней на территории Кабардино-Балкарии с 2004 до 2018 гг. и отмечены факторы, вызывающие активизацию (рис. 15.): повышенное увлажнение горных пород атмосферными осадками, талые воды в весенний период и техногенный фактор - подрезка склонов дорогами и др. Причиной активизации оползневых процессов является изменение прочностных свойств глинистых грунтов под действием увлажнения подземных и поверхностных вод, а также подрезка нижних частей склона дорогой.

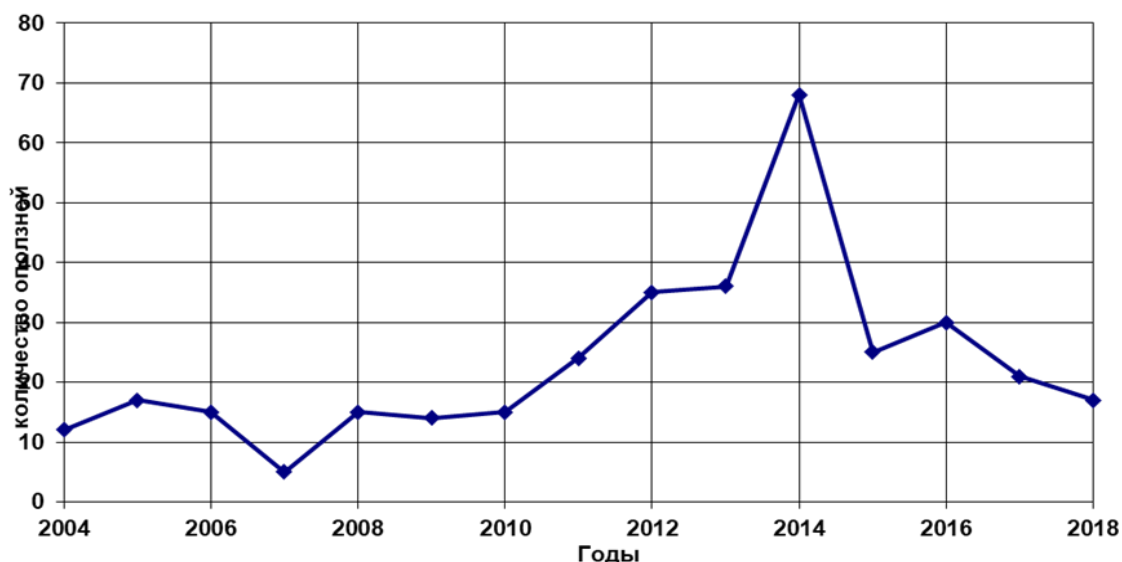


Рис. 15. Количество оползней на территории Кабардино-Балкарии в 2004 – 2018 гг. [105]

В бассейне р. Малканаиболее крупные оползневые массивы, представленные оползнями смешанного типа, расположены в районе селений Сармаково (объем оползневого массива - 0,6 млн. м³) и Куркужин (объем - 4,0 млн. м³).

В долине р. Баксан оползневые массивы распространены на обоих бортах, но они сильно различаются между собой по генезису и составу оползневых масс. На правом борту долины - древние оползни, которые во многих случаях осложнены современными подвижками. Они имеют естественное происхождение и обусловлены в основном увлажнением склонов. Рыхлые породы увлажняются за счет атмосферных осадков, а дочетвертичные - подземными водами по поверхности тектонических разломов [105].

Оползни на левом борту долины большей частью являются антропогенными. Основными причинами их активизации являются: подрезанные в ходе карьерных и дорожных работ склоны, накопленные техногенные отвалы на склоне, увлажнение рыхлых пород склоновыми

водами. Это все прямо или косвенно связано с бывшей производственной деятельностью ТГОК.

В низкогорной зоне долины р. Баксан наиболее опасен древнеоползневой массив у западной окраины с. Заюково (на правом борту р. Баксан). В мае 2005г. произошла катастрофическая активизация этого оползня. По данным [106], объем оползневого тела составил около 9-10 млн. м³, площадь - 0,62 км², протяженность подошвы вдоль русла р. Баксан – 1100м, ширина - до 750 м, мощность оползневых отложений - 20-30 м. В результате подвижки оползня русло реки Баксан на протяжении 700 м было завалено оползневыми массами, а сама река оттеснена к северо-западу на расстояние до 150м. У образовавшейся на р. Баксан оползневой дамбы образовалось подпрудное озеро площадью 130 тыс. м² (высота дамбы составила 20 м) с объемом около 780 тыс. м³. Возникла угроза формирования волны наносоводного потока или водо-каменного селевого потока, который мог бы нанести значительный ущерб с. Заюково и другим населенным пунктам. Оползневые массы повредили газопровод «Заюково - Терскол» на участке протяженностью 250 м.

В среднегорной зоне бассейна р. Баксан наиболее опасен оползневой массив «Бузулган», расположенный на правом берегу р. Герхожан-Су - правого притока р. Баксан (район г. Тырнауз). Длина оползневого массива составляет 800 м, ширина – 320 м, объем - около 7 млн. м³. Активизация оползневого массива «Бузулган» в основном связана с размывом и подрезкой его языковой части потоками воды р. Герхожан-Су во время летнего паводка и проходящими по руслу реки селевыми потоками. Во время селей оползень «Бузулган» дает существенную подпитку их твердой составляющей.

В районе г. Тырнауза (в левом борту р. Баксан) зафиксированы опасные оползневые подвижки в пределах горного отвода ТГОКа. Хотя комбинат с 1997 года не работает, зона его предыдущих активных техногенных воздействий на окружающую среду (подрезка склонов земляными работами, пригрузка верхних частей склонов, вибрации при передвижении тяжелой

техники и др.) по-прежнему прослеживается и практически ежегодно происходят оползневые подвижки, образование новых оползней. Так же интенсивное проявление оползневого процесса, связанное с делювиальными щебнисто-суглинистыми отложениями верхнечетвертичного и современного возраста, отмечается в бассейне р. Гижгит.

Оползни развиты в юрских породах терригенной песчано-глинистой формации в пределах северо-юрской депрессии, рассекаемой долинами Баксана, Чегема, Черка. Здесь 60-70 % оползней активны. В долине р. Чегем оползневые проявления являются одними из наиболее характерных опасных природных процессов. Оползневая активность развита от верховий до среднего течения реки. На фоне древних оползней с современными подвижками в бассейне реки также преобладают и активные современные процессы. Здесь в основном образуются природно-антропогенные оползневые массивы небольших и средних размеров в местах распространения слабосвязанных вулканогенных пород при строительстве и эксплуатации линейных хозяйственных объектов, в том числе и автодорог [108].

В высокогорной зоне долины большую опасность представляют оползни в районе с. Булунгу и, в частности, крупный древний оползневой массив, расположенный непосредственно в селе, который представляет угрозу частным домовладениям по ул. Мизиева. В 2008 г. в районе с. Булунгу (в левом борту р. Чегем) в марте и апреле при обильных осадках было выявлено три оползневых активизации. В августе после интенсивных дождей напротив устья р. Быкмылги произошла подвижка части крупного древнего оползневого массива (объем – 15 млн м³), приуроченного к тектонической зоне. Оползневыми массами (объем - 10 тыс. м³) было завалено 200 м автодороги «Лечинкай-Булунгу». Другая оползневая активизация (объем - 12 тыс. м³) произошла в 5 км выше устья р. Джуунгу-Су. Третий оползень (объем - 180 тыс. м³) сдвигового типа проявился в левом борту ручья Ору (левого притока р. Чегем). В случае более масштабной подвижки древнего оползневого массива существует вероятность перекрытия р. Чегем с дальнейшим

формированием селевого потока, как происходило в июле 1983 г. (количество осадков за месяц по данным метеопоста Нижний Чегем составило 134 мм).

Современные оползневые подвижки в бассейне р. Черек связаны как с природными факторами (тектоническая деятельность, активизация оползней при сходе селей, подрезание рекой склонов), так и с антропогенными (линейная эрозия при интенсивном выпасе скота и подрезке склонов при прокладывании автодорог и других линейных объектов: линий электропередач, газопровода и строительства комплекса гидроэлектростанций в районе п. Кашхатау и с. Аушигер). Наиболее значимая активизация оползневых процессов периодически фиксируется в районе г.Нальчика, п. Кашхатау, сел Герпегеж, Аушигер и Верхняя Балкария, а также вдоль автодорог «Урвань - Уштулу», «Хасанья - Герпегеж», «Герпегеж - Кашхатау», «Кара-Су - Безенги» и «Безенги - Булунгу». Это, так называемый, Герпегежский древнеоползневой массив площадью около 20 км² представляет угрозу в основном для с. Герпегеж и автодороги республиканского значения «Хасанья - Герпегеж». Развитие современных оползней на теле огромного оползневого массива вдоль автодороги вызвано в основном ошибками в проектировании и строительстве дороги в сложных инженерно-геологических условиях. В 2004 г. на этой автодороге были отмечены подвижки на двух оползнях и формирование нового оползня. В 2005 г. здесь активизировались четыре оползня [105]. В предгорной зоне значительную опасность представляют оползневые массивы в окрестностях г. Нальчика (массив «Сосруко» - в юго-восточной части г. Нальчика) и в поселках Хасанья и Белая Речка.

В долине р. Черек Балкарский наибольшее распространение оползневые процессы получили в районе с. Верхняя Балкария, где оползни развиваются в аллювиальных, моренных и делювиальных отложениях по обоим бортам долины. В бассейне р. Черек Хуламский основной оползневой опасности подвержена автодорога «Карасу - Безенги», проходящая по левому борту реки.

3.4. Сочетание склоновых процессов и формирование парагенетических комплексов

Лавины, сели и оползни часто образуют различные сочетания в пространстве. Наложение в среде ГИС распространения основных склоновых процессов демонстрирует сложную пространственную картину дифференциации ареалов проявления этих процессов и очагов катастрофических воздействий на хозяйство и человека (рис. 16)

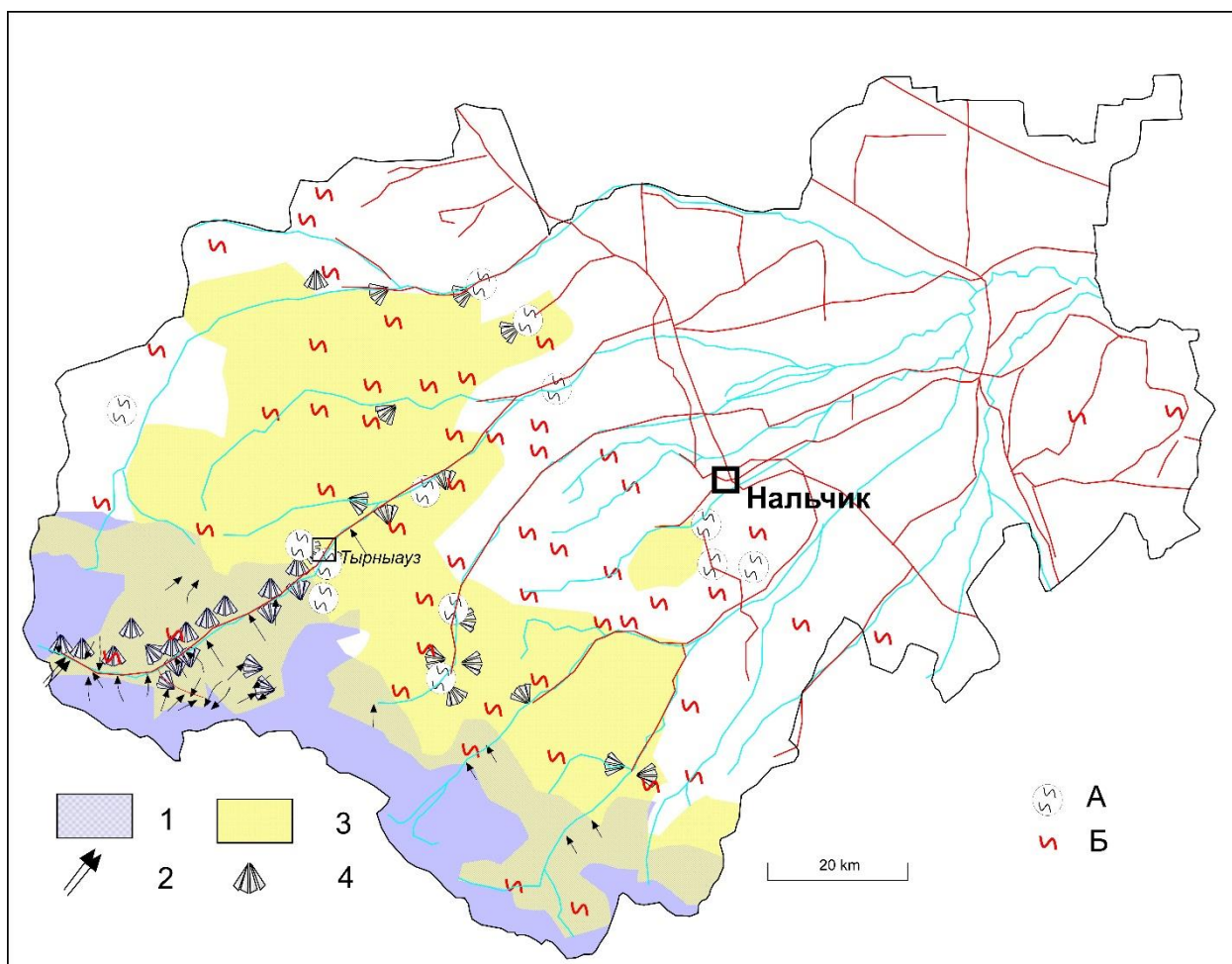


Рис. 16. Наложение ареалов проявления лавин, селей и оползней.

1 – зона сплошного воздействия лавин, 2 – катастрофические лавины, 3 – зона селепроявлений в сочетании с оползнями, 4 – катастрофические сели. А – катастрофические оползни, Б – проявление оползней различной интенсивности. Коричневым цветом отображено наложение зон селевой, лавинной и оползневой активности.

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 [71].

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. Движение пород происходит при влажности их заполнителя (фракция менее 2 мм) 14 - 18% на склонах крутизной 30° и выше. Значение влажности движения пород несколько уменьшается при увеличении содержания глинистых и пылеватых фракций в их заполнителе. Так, склоновые отложения р. Сагаевский в Приэльбрусье приобретают тиксотропные свойства при влажности заполнителя 10-13% на склоне крутизной 40°, сложенном кристаллическими сланцами и гнейсами протерозоя, элювий которых содержит до 12% пылеватых и глинистых частиц (материалы исследований Кавминводской экспедиции «Севкавказгеологии» в 80-е годы XX века) [136]. По р. Сагаевский отмечено проявление селей в начале XXI века при обильных осадках.

Таким образом, увеличение активности оползневых процессов, связанное прежде всего с метеорологическими факторами, способствует и активизации селей. Так, не случайно, что в начале XXI века наиболее высокая активность этих процессов была в 2002 г., что обусловлено экстремальным увлажнением территории - как высокой степенью увлажнения, так и его режимом [81].

Особенностью исследуемой территории в начале XXI века является резкое возрастание техногенных нагрузок. Основными видами техногенных воздействий при интенсивном и неконтролируемом строительстве в Приэльбрусье являются несанкционированное складирование отвалов грунта на склонах, подрезки склонов, неконтролируемое перераспределение поверхностного и подземного стока, пригрузка головных частей существующих оползней. Активность техногенно-обусловленных ЭГП как минимум на порядок превышает активность аналогичных процессов в естественном состоянии, поскольку основным материалом, изначально подверженным этим процессам, являются перемещенные грунты преимущественно делювиально-элювиального чехла. В такой ситуации отмеченные выше «цепочечные» парагенезы техногенно-обусловленных ЭГП являются наиболее характерной формой их проявления [71]. Наиболее ярко последствия техногенных воздействий выражены в бассейнах рек Большой и Малый Мукулан, где проявление селей при обильных осадках отмечалось и отмечается несколько раз в году. Исследование повторяемости техногенных селей в районе г. Тырныауза позволяет отметить, что частота их схода почти в пять раз превышает частоту схода естественных селей, хотя годы активизации тех и других совпадают. При этом имеет значение как суточное количество осадков, так и степень предварительного увлажнения отвальных пород [73].

Наложение ареалов проявления лавин, селей и оползней образует несколько высотных зон с различными парагенетическими связями:

1. Высокогорная зона, где преобладают лавины. Именно они являются приоритетом при мониторинге склоновых процессов в верховьях долин.
2. Зона наложение лавинной и селевой деятельности при редком проявлении оползней следует в пределах высот от 3000 до 1000 м. Наиболее широкая часть этой зоны приходится на Баксанскую долину.
3. Зона наложения селей и оползней является наиболее широкой. Здесь находятся такие опасные очаги селей и оползней, как Герхожан-Су, Былым.
4. Зона распространения оползней захватывает нижние этажи гор.

Эффекты наложения процессов выражены в следующих особенностях:

1. Расширение пространственно-временных рамок проявления опасных склоновых процессов и повышение рисков жизнедеятельности. Прежде всего, этот эффект выражен во всесезонности проявления опасных склоновых процессов. Наиболее ярко это демонстрируется на примере участка долины реки Баксан от пос. Нейтрино до пос. Эльбрус (рис. 17). Здесь на небольшом протяжении практически круглогодично сохраняется опасность схода лавин (в зимнее время) или селей (в летнее время). Многие конусавыноса могут служить примером парагенетических комплексов, поскольку они формируются под воздействием как селевых, так и лавинных процессов.

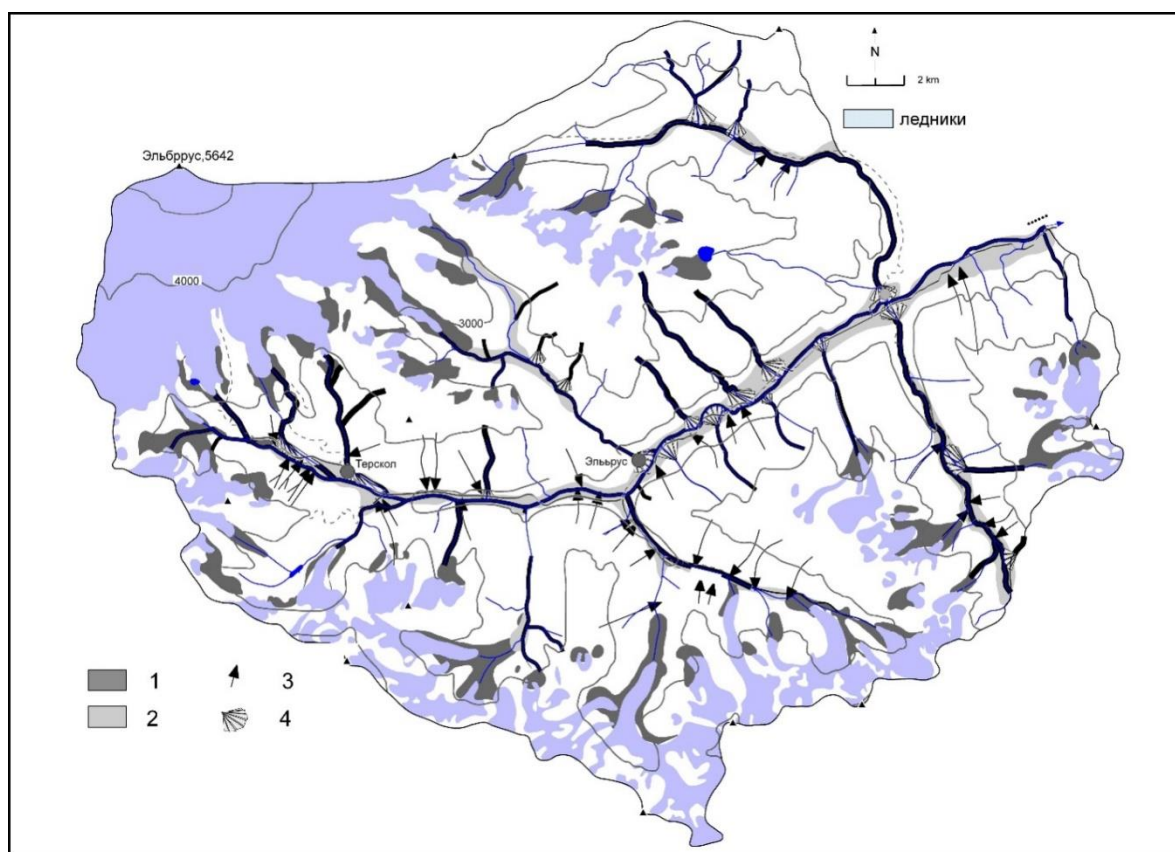


Рис. 17. Сочетание лавино- и селепроявления в верховьях Баксанской долины (составлено с использованием материалов Атласа Приэльбрусья, МГУ, 1992).

1 – моренные отложения, 2 – нерасчлененные пролювиальные, флювиогляциальные и аллювиальные отложения речных пойм и террас, 3 – катастрофические лавины, 4 – конуса выноса селей.

2. Эффект усиления и «спускового» крючка выражен прежде всего при взаимоотношении оползней и селей.

Ярким примером может быть ситуация с оползнем в долине р. Герхожан-Су. Оползневые формы рельефа в долинах притоков р. Герхожан-Су имеют относительно небольшие размеры. Значительно более крупный оползень «Бузулган», площадью 0,6 км², находится на правом берегу р. Герхожан-Су ниже слияния ее селеопасных составляющих. Оползневой цирк расположен в верхней части склона на высоте примерно 400 м над урезом русла [16]. Верхняя часть оползня имеет всхолмленную и поросшую лесом поверхность, а склон его, в значительной степени обнаженный, под углом 40-45⁰ опускается в русло реки. В теле оползня множество поперечных трещин, достигающих 50-100 м в длину и до 1,5 м шириной. Оползень играет очень важную роль в селевом процессе как очаг дополнительного питания селевого потока твердой составляющей.

В описании каждого из селевых потоков р. Герхожан-Су упоминается о заторах на участке оползня Бузулган: в 1937, 1960-1962, 1978, 2000, 2011 и 2017 гг. Основной причиной активизации оползня Бузулган обычно считается воздействие селей р. Герхожан-Су, которые подрезают фронтальный уступ оползня. В работе [15] сделан вывод, что оползень Бузулган в случае перекрытия им р. Герхожан-Су способен добавить селевому потоку дополнительно около 1 млн. м³ обломочного материала. Также отмечено, что в 1965 г. максимальные скорости движения нижней части оползня составляли 0,75 м/сут, а в 1977 г. – 0,5 м/сут [136].

Аномальная подвижка оползня Бузулган произошла в августе 2020 г. В период 12-14 августа 2020 г. движение оползня было особенно быстрым. Тыловая часть оползневого тела прошла расстояние вниз по склону 260-290 м, а нижний блок с лежащей на нем массой среднего и верхнего блоков прошел вниз по долине на расстояние 110-115 м (данные М.Д. Докукина). В результате регулярных обследований сделан вывод, что активизация оползня не была связана с выпадением атмосферных осадков. Однако, нельзя отрицать роль

погоды в целом и в особенности режима метеорологических факторов. Данные погодные условия в зимне-весенний период способствовали интенсивному развитию процесса физического выветривания в сильно раздробленных, трещиноватых кристаллических сланцах. Это приводило к растрескиванию пород. Затем - к последующему сносу продуктов выветривания к подножию склонов и к возникновению дополнительной пригрузки тела оползня Бузулган.

На основе анализа ДЗЗ, а также материалов маршрутных обследований 2019 и 2020 гг. проведено исследование причины возможных последствий активизации оползня Бузулган. Изменились геоморфологические условия на пути будущих селевых потоков, что может увеличить объем их твердой составляющей на 200–300 тыс. м³. Тыловая часть верхнего блока в период 12–14 августа 2020 г. прошла расстояние вниз по склону 260–290 м, а нижний блок с лежащей на нем массой среднего и верхнего блоков прошел вниз по долине на расстояние 110–115 м.

Основная фаза резкой подвижки оползня началась после 12 августа. Эта подвижка сопровождалась обвалами и оползнями на участках стенок оползневого цирка, ранее не проявлявших активности. В результате сложного оползневого процесса русло р. Герхожан-Су было перекрыто оползневой телом и обвально-осыпным шлейфом. Оно поднялось примерно на 15–30 м, а также сместилось влево на участке долины протяженностью около 600 м. При этом было уничтожено 160 м грунтовой дороги, ведущей в ущелье р. Кая-Арты-Су. Для определения причины катастрофической активизации оползня Бузулган были приняты во внимание все возможные факторы развития оползневого процесса, прежде всего метеорологические и сейсмические как наиболее динамичные. В результате регулярных обследований сделан вывод, что активизация оползня не была связана с выпадением атмосферных осадков [40].

3.5. Выводы по главе 3

1. Распространение снежных лавин на территории КБР 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.

2. 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. Катастрофические сели разрушают дороги и населенные пункты. Селепроявления крайне неравномерны по годам: пики селепроявления приходятся на годы, когда имеются наиболее благоприятные погодноклиматические обстановки.

3. 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. Некоторая часть оползневых явлений заметно также на западных отрогах Терского хребта.

4. Лавины, сели и оползни часто 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 является наиболее широкой, зона распространения оползней, захватывающая нижние этажи гор. Эффекты наложения этих процессов выражены в расширении пространственно-временных рамок проявления, повышение рисков жизнедеятельности и взаимоусиления процессов.

Глава 4. Геоэкологический мониторинг склоновых процессов на территории КБР

4.1. Базовый мониторинг и стратегии управления

4.1.1. Зонирование территории КБР по характеру проявления склоновых процессов

Как показали данные по изучению условий возникновения и распространения склоновых процессов в КБР (главы 2 и 3), пространственные масштабы и ритмы человеческой деятельности во многом не соответствуют режимам и ритмам склоновых процессов. Поэтому приходится применять различные стратегии, чтобы снижать риски и ущерб от склоновых процессов. Одним из универсальных подходов, который позволяет «развести» хозяйственную деятельность и ареалы повышенной активности склоновых процессов, является создание так называемых светофорных карт, дающих наиболее общую оценку территории по степени проявления склоновых процессов (рис. 18). Данная карта учитывает предыдущие работы и опирается на анализ геологических, геоморфологических и климатических условий [64,92].

Учитывая имеющийся материал по распространению опасных склоновых процессов, карты уклонов и горных пород, слагающих склоны, климат и особенности хозяйственной деятельности, выделены три основные зоны с различной степенью активности склоновых процессов. Зона А занимает наиболее высокие этажи гор, с крутыми склонами, в основном с нивально-гляциальными ландшафтами, высокой активностью и широким распространением склоновых процессов, прежде всего лавин. При этом выделяется подзона круглогодичной опасности (1) и сезонной (2). В зоне сезонной опасности возможна экстенсивная деятельность (например, отгонно-пастбищное животноводство, туризм) без строительства капитальных сооружений и постоянного проживания. Вхождение в «красную» зону должно

жестко контролироваться и сдерживаться санкциями. Снижение риска требует огромных затрат.

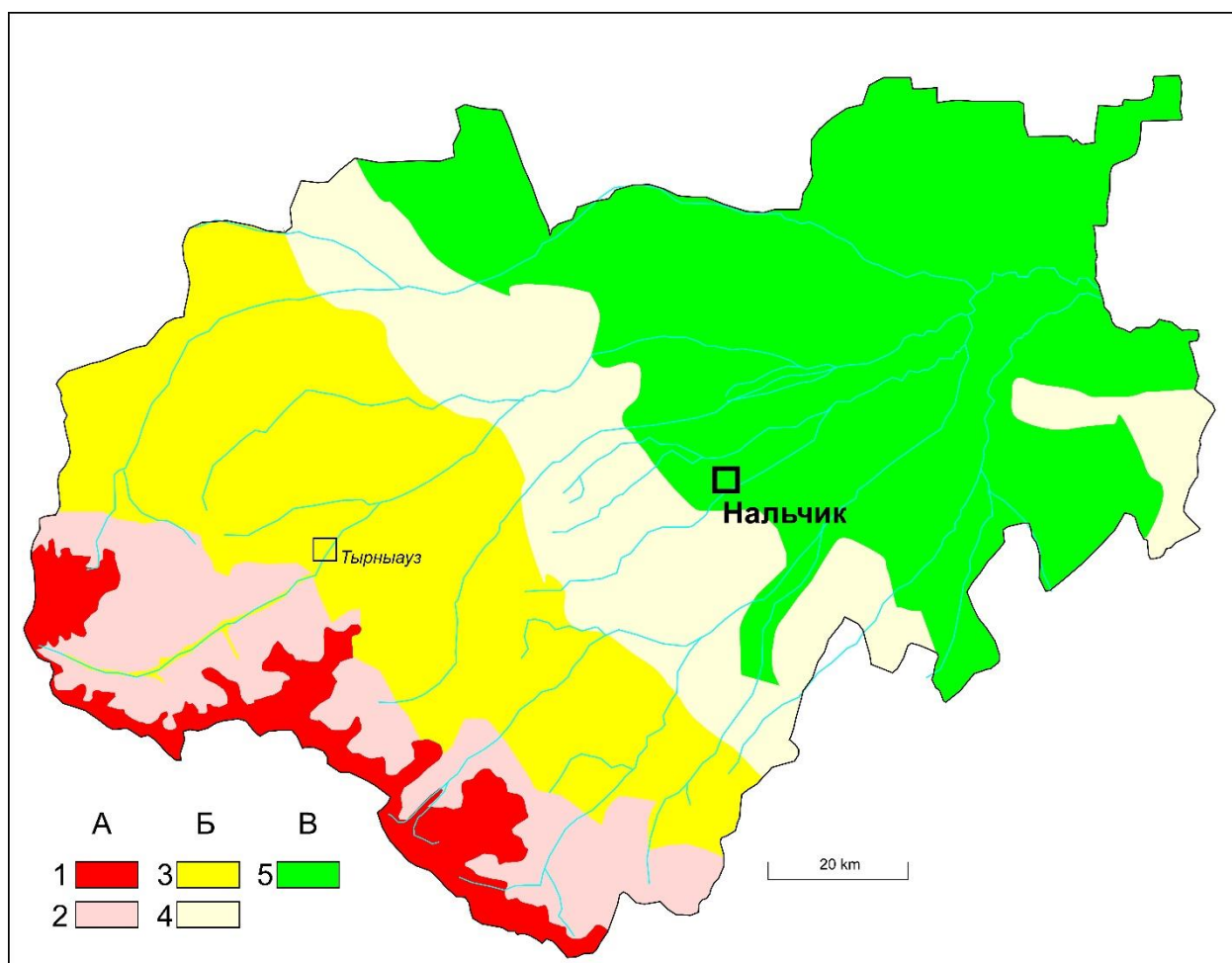


Рис. 18. Зоны и ареалы с различной степенью активности склоновых процессов.

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.

Зона Б характеризуется повышенной активностью склоновых процессов. Она занимает в основном среднегорные территории. Здесь возможно всесезонное проживание и строительство инженерных объектов при условии их встраивания в ландшафт и адаптационных масштабов хозяйственной деятельности. При этом ареалы с наиболее крутыми склонами (3) имеют

гораздо худшие условия для адаптации и встраивания, чем в подзоне 4, характеризующейся относительно небольшими уклонами. В этой зоне распространены в основном сели и оползни, имеющие очаговый характер. Освоение данной зоны подлежит детальной экспертизе. Несмотря на относительно невысокие риски всей зоны, каждый новый объект может нарушить равновесие и привести к повышению опасности в прилегающих ареалах. Снижение риска несет большие затраты, наименьшие затраты могут быть за счет использования традиционного опыта встраивания в ландшафт и в режимы склоновых процессов.

Зона «В» характеризуется практически отсутствием склоновых процессов вследствие равнинного характера рельефа (менее 6 градусов), ограничений для хозяйственной деятельности (с точки зрения опасности склоновых процессов) практически нет.

4.1.2 Стратегия адаптации

Наиболее часто встречающейся стратегией природопользования и жизнедеятельности перед лицом опасных природных процессов в горах является адаптация к условиям и ритмам природных процессов и явлений. Она опирается на разные типы знаний, которые оценивают степень опасности проживания или ведения конкретной хозяйственной деятельности на той или иной территории. Можно выделить два основных направления в использовании стратегии адаптации: 1) механизмы адаптации, базирующиеся на научно и экспертно обоснованных оценках территории (в основном в пределах «желтой» зоны); 2) традиционные знания и механизмы адаптации к опасным природным явлениям.

Для разработки надежных и эффективных адаптационных мероприятий необходимо знать, какую опасность представляет тот или иной генетический тип склонового процесса на данной территории при строительстве и эксплуатации хозяйственных объектов [92,126]. При этом под опасностью

проявления следует понимать вероятность проявления его в данном месте, в заданное время и с определенными энергетическими характеристиками (скорость проявления процесса, площадь и объемы горных пород, вовлеченных в процесс, дальность их перемещения и др.). При таком подходе опасность не зависит от освоенности территории. Результаты оценки опасности отображаются на соответствующих картах опасности [62,143]. Оценка опасностей является важной проблемой и в других странах. Так оценка опасностей, связанных с ледниками в Швейцарских Альпах рассмотрена в работе [160,161,178], с селевыми потоками в Андорре – в работе [163]. Обзор ледниковых опасностей в Гималаях приведен в работе [179]. Часто используется шкала опасности склоновых процессов (оползни, сели, лавины) [143]. А границы территорий с различной степенью опасности выделяются по составу генетических типов склоновых процессов, и пораженности территории этими процессами, активности их проявления.

Основными характеристиками (показателями), по которым оценивается степень опасности селей, являются: интенсивность развития селевого процесса на данной территории, объемы единовременных выносов, расходы и скорости движения селевых потоков, а также активность проявления процесса во времени [143]. Интенсивность проявления селевого процесса на конкретной территории косвенно оценивается пораженностью ее селевыми водотоками. Объемы единовременных выносов являются одним из важнейших показателей, который характеризует их катастрофичность, как составную часть опасности.

В районах активного развития оползневого процесса количественная оценка опасности развития оползневых деформаций для целей регионального ранжирования территорий обычно основывается на пораженности. Сведения о количестве активных оползней на исследуемой территории накапливаются в процессе ведения мониторинга. Как правило, в процессе региональных исследований реально получение двух характеристик, а также

ассоциированной с ними величины - площади активизировавшихся оползней, суммарной и средней.

Недоучет опасностей и рисков приводит к нерациональному планированию мер по освоению и защите территорий с интенсивным проявлением склоновых процессов, а также к неоправданным материальным и людским потерям [14, 62, 140-194].

Традиционные знания представляют собой опыт постоянного наблюдения за природными явлениями в повседневной жизнедеятельности. По определению традиционные знания представляют собой совокупность знаний, практики и верований, развивающихся в процессе адаптации и передаваемых из поколения в поколение путем культурной передачи об отношениях людей друг с другом и с окружающей средой [144].

Местное население обладает большими знаниями и опытом: где строить жилые и хозяйственные постройки, прокладывать дороги, когда начинать и прекращать выпас, сенокосение, полив воды и др. В горах с разнообразием природных условий земли нередко имеют коллективный статус землепользования, коллективную ответственность за состояние пастбищ и лесов. В долинах Баксана, Черека, Чегема местное балкарское население, как правило, селилось в небольших селениях, предпочитая встраивание в природные условия относительно маленькими группами семей-родов. Этим самым снижался потенциальный риск, осваивались ниши, которые характеризовались безопасными условиями для постоянного проживания.

Ныне ценность традиционного знания по адаптации к суровым условиям гор начинает признаваться [10], что позволяет этот тип информации и само местное население все больше вовлекать в мониторинг склоновых процессов.

4.1.3 Стратегия изменения.

Яркими примерами реализации стратегии, направленной на изменение условий проявления склоновых процессов, служат проекты по лавинной

защите в Приэльбрусье, наиболее динамично развивающемся горно-рекреационном районе. Выделяется три типа мероприятий по снижению лавинной опасности: обстрел лавинных очагов, строительство снегозадерживающих сеток, создание капитальных лавиноулавливателей.

Наиболее давно применяется обстрел лавинных очагов, изменяющий режим лавинопроявления. В настоящее время обстрел производится Эльбрусским военизированным противолавинным отрядом (ЭВПЛО), структурным подразделением ФГБУ «Северо-Кавказская военизированная служба по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы» (СКВС). Лавинная безопасность объектов федерального значения, находящихся в районе Приэльбрусья, обеспечивается СКВС путем принудительного спуска лавин из 8 стационарных пунктов воздействия. На вооружении отряда имеются 12 зенитных орудий КС-19, 4 полевые пушки БС-3 с необходимым количеством снарядов, а также переносной противолавинный комплекс «Нурис». Мониторинг толщины снежного покрова на лавиноопасных участках осуществляется с двух метеостанций «Чегет» - 3040 м и «Терскол» - 2125 м восемь раз в сутки. При неблагоприятном прогнозе (сильный снег, шквалистое усиление ветра до 20-25 м/с) контроль проводится каждый час.

С 2016 года в связи с новыми бюджетными взаимоотношениями службе выделялись средства из федерального бюджета лишь для защиты объектов федерального значения (21-километровый участок федеральной автодороги Прохладный-Баксан-Эльбрус от поселка Нейтрино до поляны Азау и еще несколько объектов, принадлежащих федеральным структурам). С 2023 года принудительный спуск лавин проводится лишь на договорной основе, в том числе и на объектах федерального значения. К сожалению, используемые для обстрела лавин артиллерийские системы КС-19 очень старые. Они установлены на стационарных позициях, с которых их желательно не смещать. Другой тип орудий - полевые пушки БС-3, конструктивно не могут быть закреплены стационарно, так как они слишком легкие. Сейчас начали

применяться гаубицы Д-30, но и они имеют ряд недостатков при работе по лавинным очагам. В связи с большой опасностью лавин в Приэльбрусье возникла необходимость защиты различных объектов рекреационной инфраструктуры от снежных лавин не только с помощью обстрелов из артиллерийских средств, но в результате строительства специальных противолавинных сооружений.

В 2008 г. в верховьях Баксанской долины на южном склоне поляны Азау впервые была начата застройка лавиноопасного склона снегоудерживающими сооружениями. Сооружения предназначены для защиты горнолыжных трасс, конструкций канатных дорог на участке поляна Азау - Старый кругозор. В ходе строительства были совместно приняты решения по определению дополнительных зон зарождения лавин, их площадей, мест размещения дополнительных снегоудерживающих конструкций (рис. 19-22).



Рис 19. Очаг № 5. Камне- и лавинно- удерживающая сетка, снегоудерживающие щиты и конструкции.

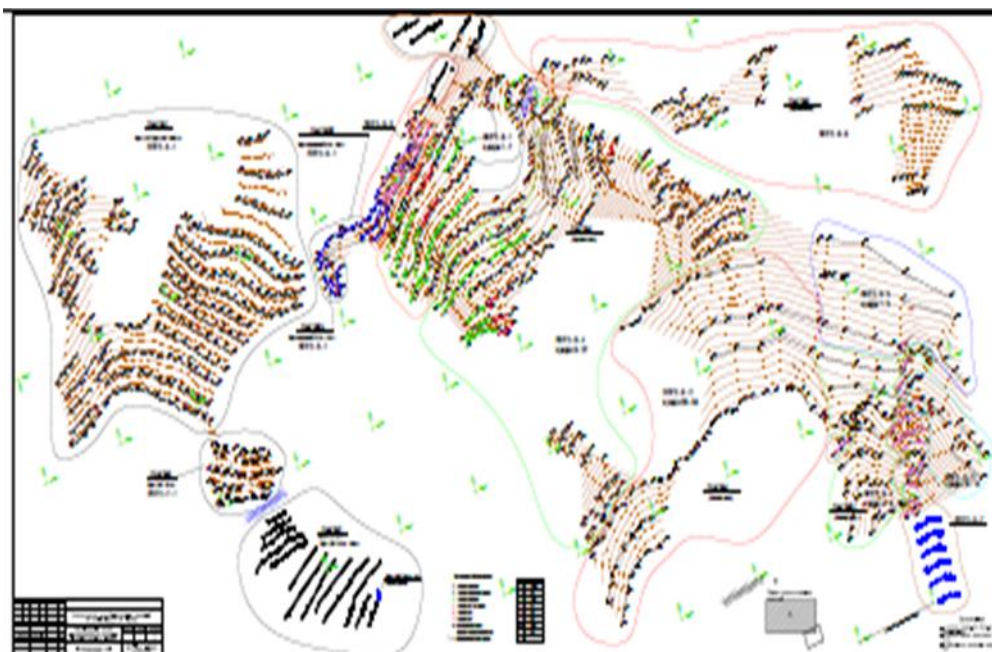


Рис. 20. Схема размещения снегоудерживающих щитов на южной экспозиции г. Эльбрус (автор Хаджиев М.М.)



Рис. 21. Снегоудерживающие щиты на склоне г. Эльбрус.



Рис. 22. Снегоудерживающие сооружения на склоне г. Эльбрус.

В 2008 г. в Приэльбрусье были начаты работы по возведению комплекса противолавинных сооружений на левом борту р. Азау на конусах выноса северного склона г.Чегет для защиты автомобильной дороги 4-й категории, надземного открытого газопровода высокого давления, высоковольтной (10 кВ), линии электропередачи, линии связи и других инженерных коммуникаций на участке поляна Азау - поселок Терскол (рис. 23). Генеральным подрядчиком строительства канатных дорог, других объектов Приэльбрусья в том числе и комплекса противолавинных сооружений, было определено ООО ТРЕСТ «Ай Би Си» Промстрой (КБР, Нальчик).

Работы проводились на конусах выноса особо крупных лавин лавиносборов №№ 9-11 Чегетского хребта северной экспозиции, имеющих объем более 1 млн. м³, а также на конусах выноса лавиносборов № 12 и 13. Самая крупная лавина в Приэльбрусье сошла из лавиносбора № 9 в декабре 1973 г., лавина перекрыла дно долины, а толщина снега лавинного выноса достигала от 3 до 10 м. При проектировании сооружений были учтены данные наблюдений ВГИ и МГУ.



Рис. 23. Общий вид комплекса лавиноотводящих сооружений.
Очаги № 9, 10.

Комплексы лавинозащитных сооружений лавиносборов №№ 11-15 запроектированы и построены по аналогичной схеме. Для уменьшения скорости лавин запроектированы и построены лавинотормозящие рассекатели в количестве 62 шт. При столкновении лавины с рассекателями происходит рассечение снежной массы, частичное гашение скорости потока и изменение направления его движения. Далее в результате некоторой потери скорости, происходит оседание части материала лавины в ловушке. Оставшаяся часть лавины, продолжая движение, сталкивается с дамбой и меняет направление своего движения. Лавинорезы представляют из себя сборно-монолитные железобетонные конструкции высотой до 6,5 м объёмом надземной части 125 м³ и весом 300 т, которые надёжно заанкерованы тремя буронабивными сваями в скальных грунтах.

4.2. Оперативный геоэкологический мониторинг: районирование и выделение ключевых участков

Территория КБР различается не только по зональным признакам опасности. В каждом горном ущелье, в зависимости от удаленности от дорог, объектов энергоснабжения и связи, расселения и хозяйствования особенности

оперативного мониторинга могут резко различаться. Поэтому в основе выделения районов и ключевых участков лежит принцип сочетания природных ареалов проявления склоновых процессов и административно-хозяйственных границ.

Оптимизация управления на региональном уровне была бы неполной без учета территориальных различий в особенностях освоения. 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. 24, табл. 7). Границы районов учитывают, как природные рубежи и ареалы распространения тех или иных процессов, так и административные границы, которые важны для принятия управленческих решений.

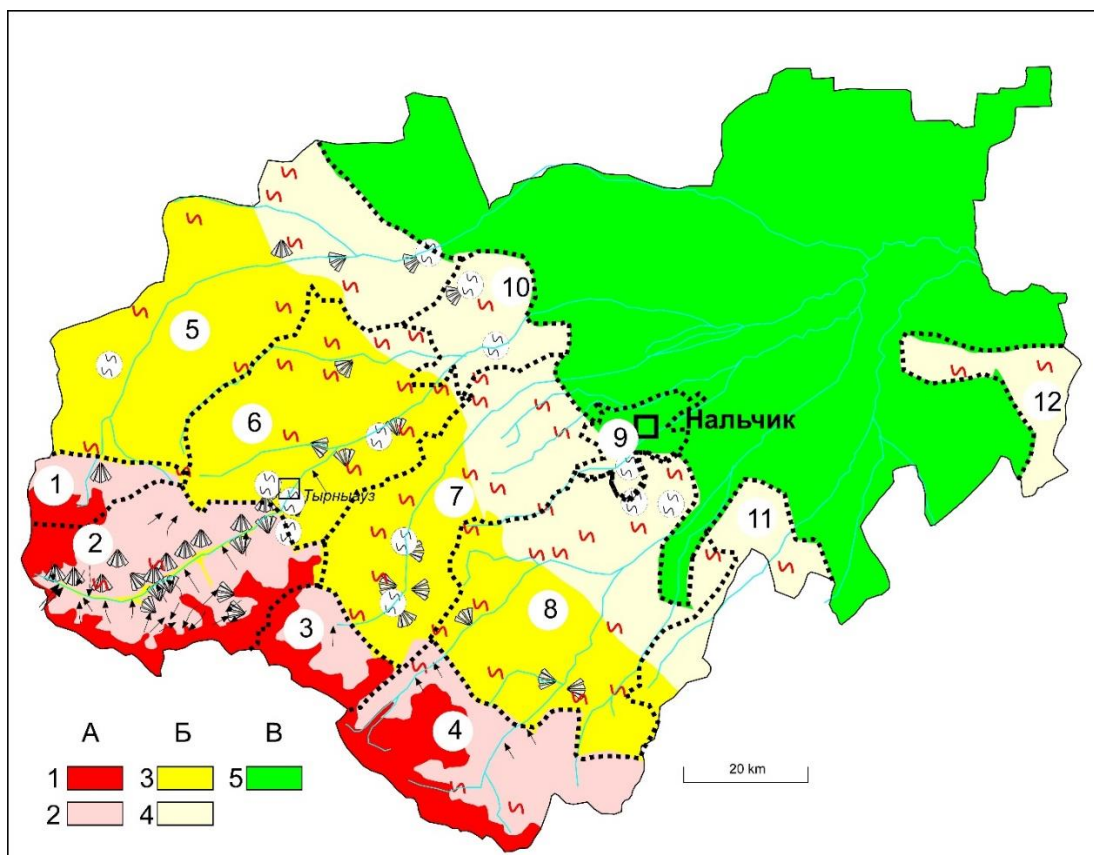


Рис. 24. Геоэкологическое районирование территории КБР для ведения мониторинга склоновых процессов.

Цифрами на карте обозначены геоэкологические районы (см. табл. 8).
Заливкой и знаками показаны зоны опасности проявления склоновых процессов (см. рис. 18).

Таблица 8

Геоэкологические районы для ведения мониторинга склоновых процессов

Район и номер на карте (рис. 24)	Физико-географические условия	Степень освоенности	Важные объекты	Угрозы от склоновых процессов	Набор управленческих стратегий
1 Малкинский	Выше 2300 м, горно-луговые и нивально-гляциальные ландшафты северного макросклона Эльбруса	Очаговая рекреационная освоенность, выпас в летнее время, постоянных селений нет	Теплые источники Джилы-Су, НП Приэльбрусье	Сели, оползни	Адаптация и встраивание новых объектов инфраструктуры
2 Эльбрусский	Выше 1000 м, горно-степные, горно-луговостепные, горно-лесные, горно-луговые и нивально-гляциальные ландшафты	Ареал плотного рекреационного освоения и постоянного проживания, транзитной дороги	Горно-рекреационный комплекс, научные и жилые объекты. Джилы-Су, НП Приэльбрусье	Лавины, сели	Адаптация и встраивание в ландшафт, избегание, частично – изменение природных условий
3 Чегемский высокогорный	Выше 1600, горно-лесные, горно-луговые и нивально-гляциальные ландшафты	Очаговое сезонное использование под выпас и сенокосения, постоянных селений нет	Кабардино-Балкарский высокогорный заповедник	Лавины, сели	Избегание, реде - адаптация
4 Черекский высокогорный	Выше 1600, горно-лесные, горно-луговые и нивально-гляциальные ландшафты	Очаговое сезонное рекреационное и использование под выпас и сенокосения, постоянных селений нет	Кабардино-Балкарский высокогорный заповедник, альплагерь Безенги, коммуникации к нему	Лавины, сели	Избегание, адаптация и встраивание в ландшафт
5 Зольский	500-2000, горно-луговостепные, горно-лесные, горно-луговые ландшафты	Цепочка селений по долине реки, очаговая сельскохозяйственная освоенность и сезонный выпас	Жилые и хозяйственные объекты, дороги и коммуникации	Сели, оползни	Адаптация и встраивание в ландшафт
6 Тырнауз-Былымский	500-3500, горно-степные, горно-луговостепные, горно-лесные, горно-луговые	Ареал плотного горнопромышленного освоения, выпаса, очагового земледелия, постоянного проживания, в том числе и городского, транзитной дороги	Город, другие жилые и хозяйственные объекты, дороги и коммуникации, шахты, отвалы	Сели, оползни	Адаптация и встраивание в ландшафт, частично – изменение природных условий

7 Чегемский среднегорно-низкогорный	400-3000, горно-степные, горно-луговостепные, горно-лесные, горно-луговые	Селитебное освоение по долине реки, очаговая рекреационная и сельскохозяйственная освоенность, сезонный (в межгорной котловине – всесезонный) выпас	Жилые и хозяйственные объекты, дороги и коммуникации, культурный ландшафт	Сели, оползни	Адаптация и встраивание в ландшафт
8 Черекский среднегорно-низкогорный	400-3000, горно-степные, горно-луговостепные, горно-лесные, горно-луговые	Селитебное освоение по долине реки, очаговая рекреационная и сельскохозяйственная освоенность, сезонный (в межгорных котловинах – всесезонный)выпас	Жилые и хозяйственные объекты, дороги и коммуникации, культурный ландшафт	Сели, оползни	Адаптация и встраивание в ландшафт
9 Нальчикский	300-700, низкогорно-лесные ландшафты	Урбанизация с плотной застройкой и нагрузкой на ландшафты	Город Нальчик, курортный комплекс, промышленно-транспортный узел	оползни	Адаптация и встраивание в ландшафт, изменение природных условий
10 Баксанский	До 600, предгорно и низкогорно-степные, луговостепные и низкогорно-лесные	Селитебное освоение сельскохозяйственных ареалы, всесезонный выпас	Жилые и хозяйственные объекты, дороги и коммуникации	Сели, оползни	Адаптация и встраивание в ландшафт
11 Лескенский	До 800, предгорно-луговостепные и низкогорно-лесные	Очаги селений в горах и плотное заселение в предгорье, сельскохозяйственная освоенность и всесезонный выпас	Жилые и хозяйственные объекты, дороги и коммуникации	оползни	Адаптация и встраивание в ландшафт
12 Терский	До 350, предгорно-степные	Редкая сеть расселения, сельскохозяйственная освоенность и всесезонный выпас	Жилые и хозяйственные объекты, дороги и коммуникации	оползни	Адаптация и встраивание в ландшафт

К районам «красной» зоны относятся Малкинский, Эльбрусский, Чегемский и Черекский высокогорные районы. Малкинский район (1) расположен на северном макросклоне Эльбруса в верховьях р. Малка. Имеет относительно небольшую площадь, однако весьма важен как новый субцентр

освоения, связанный с рекреационным центром Кавминвод. Теплые источники Джилы-Су привлекают большое количество отдыхающих. В летнее время осуществляется выпас. Постоянных селений нет. Охране от селей и оползней подлежат постройки вблизи источников, а также дороги. В качестве основной стратегии рекомендуется адаптация и встраивание новых объектов инфраструктуры в окружающий ландшафт, а также избегание проникновения в красные зоны.

Наиболее важным и проблемным районом является Эльбрусский (2). Он охватывает южные склоны Эльбруса и верховья р. Баксан вплоть до г. Тырнауза. Этот район древнего традиционного балкарского освоения, получивший большой импульс для рекреационного освоения со второй половины 20 века. Здесь расположены шесть селений, десятки объектов науки и туристического хозяйства, канатные дороги и др. Посещают этот район по разным подсчетам от 1 до 3 млн гостей в год. Именно этот район находится под пристальным вниманием противолавинной службы. Здесь расположены метеостанции Терскол и Чегет. Все три стратегии находят свое место: от изменения природной среды в сторону снижения рисков к адаптации и избеганию. Однако применение всех трех стратегий входит в конфликты как с природным статусом территории (Национальный парк), так и с местным муниципалитетом, имеющим права на близлежащие земли.

Чегемский и Черекский высокогорные районы (3, 4) относительно схожи. Они расположены в верховьях одноименных рек выше постоянных селений. Местное население использует близлежащие пастбища и сенокосы. Имеются очаги рекреационного использования, в особенности в долине р. Черек-Безенгийский. Использование ограничено статусом Кабардино-Балкарского высокогорного заповедника. Основной стратегией защиты от лавин и селей является избегание, реже – адаптация и встраивание в окружающий ландшафт.

Районы «желтой» зоны.

Зольский геоэкологический район (5) расположен в среднегорно-низкогорной части долины р. Малка в одноименном административном районе. Весь район отличается наличием обширных пастбищ в горно-луговостепных и горно-луговых ландшафтах. Цепочке селений по долине реки и очагам земледелия угрожают сели и оползни. Основная рекомендуемая стратегия - адаптация и встраивание в ландшафт.

Наиболее проблемным районом «желтой» зоны является Тырныауз-Былымский (6). Это ареал плотного горнопромышленного освоения, городского хозяйства, сочетания выпаса и очагового земледелия. Многотысячный город Тырныауз неоднократно подвергался воздействию селей, которые были связаны с подвижками оползней в селеопасных бассейнах. В этом же районе находятся токсичные отвалы, которые находятся под угрозой размыва. Именно в этом районе помимо адаптации и встраивания в ландшафт необходимы ныне и дорогостоящие мероприятия по изменению природных условий за счет строительства дамб.

Чегемский и Черекский среднегорно-низкогорные районы (7, 8) расположены в средней части бассейнов одноименных рек. Это центры традиционного расселения балкарских сообществ. Опыт и знания встраивания в окружающий ландшафт были частично утеряны вследствие выселения балкарцев в 1940-50-х гг. В настоящее время селитебное освоение представлено относительно большими селениями, подвергающимися воздействию селей и оползней. Отмечается также сельскохозяйственное освоение и очаговая рекреационная освоенность. Вблизи селений отмечается всесезонный выпас (этому благоприятствует отсутствие снега зимой в условиях межгорной котловины) и как следствие – широкое развитие эрозии на близлежащих склонах. Охране от селей и оползней подлежат жилые и хозяйственные объекты, дороги и коммуникации, а также элементы традиционного культурного ландшафта. Наиболее приемлемая стратегия,

которая может учитывать и традиционный опыт, - адаптация и встраивание в ландшафт (примером может служить строительство каменных стен-подпорок в очагах эрозии).

Нальчикский геоэкологический район (9) расположен частично в «желтой» зоне. Это крайне важный для всей республики район со своей спецификой. Здесь проживает почти треть населения региона. Урбанизация с плотной застройкой оказывает большую нагрузку на ландшафты. Вследствие этого город и его курортный комплекс, а также промышленно-транспортный узел находятся в зонах потенциальной опасности оползней и других экзогенных процессов. Помимо адаптации и встраивания в ландшафт широко применяется стратегия изменения природных условий, что, по-видимому, вполне оправдано в небольших масштабах.

Баксанский геоэкологический район (10) занимает предгорно-низкогорную часть Баксанской долины. Вследствие плотного заселения предгорно- и низкогорно-степные, луговостепные и низкогорно-лесные ландшафты испытывают большую нагрузку. Жилым и хозяйственным объектам, а также дорогам и коммуникациям угрожают редкие, но опасные сели и оползни. В данных условиях, помимо адаптации и встраивания в ландшафт, возможна стратегия изменения природных условий.

Лескенский геоэкологический район (11) занимает предгорно-луговостепные и низкогорно-лесные ландшафты до высоты около 800 м. Это относительно хорошо заселенный район с отдельными селениями в горах и плотным заселением в предгорье, высокой сельскохозяйственной освоенностью и почти всесезонным выпасом. Жилым и хозяйственным объектам, дорогам и коммуникациям угрожают оползни. Наилучшая стратегия - адаптация и встраивание в ландшафт.

Терский геоэкологический район (12) является частью более обширного района передовых хребтов с относительно небольшими абсолютными высотами, слабой расчлененностью и относительно редким расселением. Здесь в силу круглогодично использования и крайне

неравномерного прихода влаги формируются особые оползневые условия. Жилые и хозяйственные объекты, дороги и коммуникации попадают в оползнеопасные зоны. Основной стратегией является адаптация и встраивание в ландшафт.

В число ключевых объектов системы оперативного мониторинга Кабардино-Балкарии входят: Приэльбрусье (лавины, сели), наиболее селеопасные реки Герхожан-Су, Адыл-Су (в комплексе с другими мониторинговыми объектами в Приэльбрусье), Гижгит. В качестве наиболее оползнеопасного выделен Герпегежский древнеоползневой массив (Герпегеж, Аушигер) (Табл. 9).

Таблица 9

Характеристика ключевых участков наблюдений за склоновыми процессами

Название участка	Основные склоновые процессы	Основные изменяющиеся факторы, определяющие активность процессов	Опорная метеостанция или метеопост, пороговые критические значения основных изменяющихся факторов	Воздействие на хозяйственные объекты
Приэльбрусье, Адыл-Су - Башкара	Лавины, сели, обвалы, осыпи, реже оползни и их парагенетические комплексы магматических и метаморфических пород: гнейсы, слюдяные и аспидные сланцы и др.	Повышенное количество осадков как в отдельные месяцы, так и в отдельные дни – ливневые осадки, Значения температуры воздуха за месяц, экстремальные значения. Характер погоды, обуславливающий развитие выветривания, таяние ледников и погребенных льдов,	Терскол, Чегет Средняя суточная температура воздуха 15 град. С в течение 5 дней и более. Количество осадков за сутки 30 мм и более.	Рекреационные объекты, федеральная трасса
Герхожан-Су, Тырнауз	Оползни, сели, парагенетические комплексы развиты в породах преимущественно мезозойского возраста: аргиллиты, алевролиты, песчаники,	Общее количество осадков за год и по сезонам года, характер погоды, способствующий разрушению глинистых пород. Температура воздуха по месяцам и сезонам года. Особенно велика роль увлажнения пород атмосферными осадками, причем особенно большое значение имеет режим выпадения осадков.	Терскол, Тырнауз Резкие перепады очень сухих и очень влажных периодов в теплое время года	Город Тырнауз, федеральная трасса

	которые часто имеют глинисто-суглинистый состав			
Гижгит	Оползни, сели Породы разновозрастные, часто имеют глинисто-суглинистый состав	Особенно велика роль увлажнения пород атмосферными осадками, причем особенно большое значение имеет режим выпадения осадков	Тырныауз, Нальчик Количество осадков за год и за месяц обеспеченностью 10 % и менее, суточные максимальные значения количества осадков	Угроза разрушения хвостохранилища бывшего ТГМК
Герпегежский древнеоползневой массив	Оползни в палеогеновых породах (глины, алевролиты, мергели и др.)	Причинами активизации оползней служат как природные факторы (увлажнение рыхлых пород подземными водами в зонах разгрузки, смачивание и высыхание горизонта бентонитовых глин), так и антропогенные (подрезка склона, другими строительными работами)	Нальчик Количество осадков за год и за месяц обеспеченностью 10 % и менее, суточные максимальные значения количества осадков	автодороги республиканского значения «Хасанья — Герпегеж

Перечисленные в таблице участки являются ареалами наиболее катастрофического проявления склоновых процессов в пределах бассейнов наиболее крупных рек Кабардино-Балкарии. При наличии парагенетических ассоциаций проявлений различных процессов могут организовываться комплексные наблюдательные участки для изучения особенностей взаимообусловленности различных проявлений. 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.

4.3. Оперативный геоэкологический мониторинг на ключевых участках

4.3.1. Р. Герхожан-Су - город Тырныауз.

Необходимость защиты г. Тырныауза и инженерных коммуникаций от опасных и неблагоприятных природных процессов возникла ещё в 50-х годах

прошлого столетия при разработке генерального плана города. Из-за недостатка селитебных территорий, пришлось размещать городские объекты на конусах выноса р. Герхожан-Су и р. Камык-Су (рис. 25). Селевые потоки по руслу р. Герхожан-Су много раз наносили ущерб г. Тырныаузу. Разрушительными для г. Тырныауза были селевые потоки 1937, 1960, 1961-62, 1977, 1999, 2000, 2011, 2017 годов. Характеристика селей р. Герхожан-Су и условия их формирования во второй половине XX века изложены в работах [18, 13, 11,10, 14, 22, 76, 79, 80]. В работе М.М. Хаджиева [122] детально рассмотрены проблемы защиты от селевых потоков в районе г. Тырныауза и история строительства противоселевых сооружений в этом районе.



Рис. 25. Город Тырныауз в поле воздействия селей. Цифрами показаны: 1 – выплеск селей по руслу р. Герхожан-Су, 2 – оползень Бузулган, 3 – верховья селесборного очага вблизи ледника.

Первым зарегистрированным сигналом риска на этой территории был мощный сель 1937 года, после чего появилось понимание необходимости инженерной защиты города от селевых потоков. Проводились противоселевые мероприятия, строились противоселевые защитные сооружения, предпринимались различные меры защиты города, но опасность катастрофических последствий прохождения селей и материального ущерба оставалась высокой. После событий 1 августа 1960 года проект селепропускного лотка в устьевой части долины р. Герхожан-Су был откорректирован. Лоткобеспечивал беспрепятственный пропуск потока более 250 м³/сек и отвечал строительным нормам тех лет. Изменить же естественный уклон русла (0,085 по трассе лотка) не представлялось возможным. В 1961 и в 1962 гг. сели по р. Герхожан-Су повторились. В годы, последовавшие за селевыми проявлениями (1960 - 1962 гг.), бассейн р. Герхожан-Су изучался научно-исследовательскими и геологическими организациями (МГУ, ВГИ, КБГУ, ВСЕГИНГЕО). Эти исследования сосредотачивались на вопросах происхождения селей, а не на параметрах защитных сооружений.

11 августа 1977 года по р. Герхожан-Су прошел селевой поток, не уступающий селю 1960 г., который также зародился в верховьях р. Каярты-Су. Оценка параметров этого селевого потока дана многими специалистами. Так, по Герасимову В.А. [26], селевой расход по лотку составил 820 м³/сек, Сейнова И.Б. считает, что объем выноса грязекаменной массы составлял 1 млн. м³[111, 110]. Максимальный расход грязекаменного потока в пределах селепропускного лотка составлял от 500 до 700 м³/сек., а объем отложенного твердого материала в пойме р. Баксан - около 200 тыс. м³. Герасимов В.А. считает, что селепропускной лоток, выполнил задачу по своему назначению, но он был сильно поврежден, а в своей нижней части в пределах конуса выноса почти заполнен [26,51].

Вывод из ситуации 1977 г. был достаточно очевиден - восстановить лоток на поврежденном отрезке, конструктивно учесть характер

деформирования стенок на криволинейном участке, достроить нижнюю часть с выводом тракта под проектным (более пологим) углом к руслу р. Баксан.

Новые организации внесли дополнительный и дорогостоящий элемент - поперечные железобетонные балки-«шпоры». Так по всей длине лотка через каждые 15 м с целью «повышения устойчивости вертикальных стен лотка» установили балки. Восстановительные работы (с сооружением «шпор» и нижней части лотка) были завершены в 1982 г. «Армгипроцветмет» предложил расположить выше лотка ряд «селепропускных-селеудерживающих» плотин поперек русла р. Герхожан-Су. Первую из них «сквозной селеуловитель» запроектировали выше входа в лоток. Предполагалось, что решетчатая конструкция ограждения позволит задерживать в горизонтальных пазухах галечно-валунную составляющую селевого потока, а водная с мелкой фракцией будет фильтроваться в нижний бьеф. При этом характер селевого потока не принимался во внимание, в частности высокая плотность приходящих к створу плотины селевых потоков, их слабая водоотдача. Через 12 лет после начала строительства плотина была построена. Первый же селевой поток, прошедший через 2 месяца после ввода плотины в эксплуатацию 20 августа 1999 г., ее разрушил. При прохождении грязекаменного потока по селепропускному каналу, высота селевого вала достигала 6 - 7 м. В верхней части селепропуска селевая масса переваливала через бетонные стенки канала.

После разрушения плотины, образовалась прорывная волна, которая достигла р. Баксан. На конусе выноса приблизительно 15 домов и дворовых построек частных землевладений были разрушены. очевидцы свидетельствуют: «...мощность селевого потока возросла в несколько раз после прорыва селеулавливающей плотины...» [40,136]. Следует отметить что, если бы не было плотины, не было бы и волны прорыва, и не было бы разрушений домовладений на правом берегу конуса выноса. Селепропускной лоток с потоком справился бы. Железобетонные поперечные «шпоры» лотка

были снесены селевым потоком [53]. Объем вынесенного селом 1999 года материала составил по данным «Каббалкгеомониторинга» около 800 тыс. м³.

В июле 2000 года по р. Герхожан-Су прошел катастрофический селевой поток. Первая селевая волна достигла Верхнего Аула около 23 ч. 30 мин. Селевой лоток был не готов для пропуска расходов более 200 м³/с., он уже тогда с трудом вмещал селевые массы. Основное разрушительное действие произвела вторая волна, был полностью разрушен ближайший к лотку подъезд 9-ти этажного жилого дома на правом берегу р. Герхожан-Су (имелись человеческие жертвы), снесен автодорожный мост. Затоплена центральная часть города, уровень воды достигал 4 м. В дальнейшем, прошли еще две селевые волны и большое количество мелких. Полтора месяца часть правобережья города была затоплена. Следует отметить что, если бы селевой лоток после прорывной селевой волны 1999 года был очищен, последствия селя 2000 года, который оказался для всех полной неожиданностью, не были бы столь катастрофичными [122,15].

Селевая катастрофа 2000 г. была самой крупной в истории КБР. Материалы об этой катастрофе и её причинах опубликованы в работах [108, 16,15, 40, 80, 74, 81]. По данным [22] объём селевых отложений 1999 и 2000 гг. на конусе выноса составил более 2 млн. м³.

К сожалению, опыт катастрофического проявления селей не учитывается и до сих пор. В 2017 году мощность селя по р. Герхожан-Су была не столь велика, лоток был значительно заполнен селевыми массами, однако сыграл свою положительную роль (рис. 26). Его было необходимо чистить, но работы проходили очень медленно и не в полном объеме. Была опасность прохождения селя в начале июля 2018 года, отток работал, но до настоящего времени требуются большие усилия для надлежащего содержания лотка.



Рис. 26. Отложения селевого потока 14 августа 2017 г. р. Герхожан-Су, селевой лоток в г. Тырнауз

В 2009 году было отремонтировано и расширено селепропускное сооружение протяжённостью 2060 м, шириной 35 м и высотой с учётом парашюта 12 м, которое обеспечивает пропуск селевых потоков в объёме до 1000 м³/сек. Селепропускное сооружение (канал-лоток) выполняет свое функциональное назначение, обеспечивая безопасное прохождение селевых масс без нанесения ущерба городской застройке. Прошедший в августе 2017 г. мощный селевой поток привел к подпруживанию р. Баксан и подтоплению близлежащих зданий и сооружений. Данная ситуация сложилась вследствие выноса селевых масс к р. Баксан под прямым углом.

Во избежание повторного образования запрудной плотины на р. Баксан, в условиях сохраняющейся селевой опасности р. Герхожан-Су, необходимо выполнить работы по реконструкции существующего селепровода с удлинением подпорных стенок и изменением угла выхода к р. Баксан. Противоселевая и противопаводковая безопасность города Тырнауза не может быть обеспечена без учета воздействия на р. Баксан селепроявлений из его левого притока- Камык-Су [122,25].

Обстановка в бассейне Камык-Су со временем изменилась в худшую сторону. Согласно «Техническому проекту селезащитных мероприятий» (разработанному институтом «Армниипроцветмет», 1976), р. Камык оценивалась как «селеопасный поток, вызывающий опасность затопления г. Тырнауза и комбината». По геологическим запасам твердого материала и по крутизне склонов в бассейне р. Камык имеются достаточно благоприятные условия для формирования селей. Принимался «расчетный максимальный расход паводка 1% обеспеченности – 40 м³/сек, расход селевого потока – 289 м³/сек» [7,15].

В 1977 г. на р. Камык противоселевые мероприятия осуществлены не были, кроме небольшой берегоукрепительной стены в районе производственного корпуса обогатительной фабрики. Разработан рабочий проект, по которому получено положительное заключение Главгосэкспертизы России («Защита г. Тырнауза от затопления р. Баксан в условиях селевой опасности Камык-Су»), соответствующий требованиям технических регламентов со следующими технико-экономическими показателями: общая протяженность селепропускного сооружения – 787 м в железобетонных конструкциях.

Обобщая все имеющиеся материалы, касающиеся противоселевых сооружений в районе г. Тырнауза, следует отметить, что вопросам формирования селей и защиты от них в районе г. Тырнауза посвящено большое количество работ [122]. Однако, при современном уровне мониторинга, вернее, его практическом отсутствии, а также при современном состоянии защитных сооружений, опасность и риски для г. Тырнауза остаются очень высокими. Защиту г. Тырнауза от подтопления водами р. Баксан в условиях селевой опасности на притоках возможно обеспечить только выполнением комплекса мероприятий.

Бассейн реки Герхожан-Су - это парагенетический комплекс, где все склоновые процессы неразрывно связаны между собой. Это типичный пример «цепочечных» парагенезов, когда русловая эрозия провоцирует активизацию

оползней, для которых русло является базисом оползания, русло перекрывается формированием подпрудного озера, его прорывом и формированием прорывного селя [74,28]. Наибольшую опасность здесь представляют гляциальные, гляциально-дождевые сели и оползни, играющие доминирующую роль в селевом процессе. В зоне водосбора селевого бассейна Кая-Арты-Су с начала июня до конца сентября выставляется круглосуточный пост с целью наблюдения за обстановкой и оперативного доведения информации до единой дежурно диспетчерской службы Эльбрусского района.

Эти наблюдения должны быть продолжены вместе с наблюдениями в нивально-гляциальной и альпийской зонах в процессо-угрожаемый период. Желательно – установление плювиографа и гидрологические наблюдения за состоянием реки Кая-Арты-Су. Необходимо несколько раз в селеопасный период проводить облеты селевого бассейна и выше расположенных ледников с целью мониторинга и раннего выявления деградации ледников, готовности селевых масс к транзиту по руслу. При невозможности вертолетных облетов необходимо использование квадрокоптеров.

Необходимость постановки работ по организации и ведению мониторинга селей в бассейне р. Герхожан-Су обусловлена увеличившейся опасностью формирования катастрофических селевых потоков гляциального генезиса в этом и других водотоках подобного типа бассейна р. Баксан. Очаги зарождения селей в этом бассейне находятся в альпийской зоне, в современных моренах. Прохождение селей приурочено к интенсивному таянию ледников и интенсивным дождям. Пополнение селей твердым материалом происходит за счет размыва отложений древних морен и оползневых процессов.

Наблюдательная сеть может быть создана на основе инженерно-геологической карты условий формирования селей, на которой должны быть показаны: очаги зарождения селей, участки поступления твердого материала во время прохождения селевого потока, места возможных заторов, участки временного затухания, участки разгрузки, участки концентрированного

поступления в селевой поток водной составляющей и участки рассредоточенного поступления воды от дождя.

Такая карта была составлена коллективом сотрудников МГУ в 2001 г. при выполнении отчета по теме «Подготовка бассейна р. Герхожан-Су к мониторингу» [84,159-166]. Для каждого участка ориентировочно определены объемы возможного поступления рыхлообломочного материала и расходы водной составляющей, поступающих в селевой поток, а также объемы отложившихся селевых выносов на участках временного затухания и конусе выноса.

Наиболее селеактивной является левая составляющая р. Герхожан-Су – р.Кая-Арты-Су, в верховьях которой находится зона зарождения катастрофических селей. Верховья р. Кая-Арты-Су на настоящий момент являются главными объектами мониторинга, здесь нужны систематические аэровизуальные наблюдения с целью своевременного оповещения о прорыве.

Сочетание гидрометеорологических (таяние снега и ледников, ливни) и инженерно-геологических условий (крутые борта и склоны морен, тиксотропность грунта) является причиной зарождения селевых потоков в селеносных каньонах реки Кая-Арты-Су. Э.В.Запорожченко считает, что наличие заторных площадок у языков ледника, превращающихся в теплый период года в водоемы, обязательное условие начала селевого процесса через прорывную волну, которая и образует каньон, а фактически - прорезь в морене, с развитием которой процесс из прорывного паводочного превращается в селевой.

Однако, нельзя отрицать роль погоды в целом и особенности режима метеорологических факторов. Летний период был достаточно теплым, но значительно менее влажным, даже при столь незначительном количестве осадков в высокогорье оно является важнейшим фактором для развития процесса физического выветривания.

4.3.2. Гижгит – хвостохранилище ТГОК.

Одним из объектов, потенциально опасных для формирования чрезвычайной ситуации, является р. Гижгит и расположенное в бассейне этой реки хвостохранилище ТГОК. Угрозы, связанные с указанным хвостохранилищем, неоднократно рассматривались в различных публикациях [6, 7, 8, 16, 9, 86]. Следует отметить работы Э.В. Запорожченко, который много лет посвятил исследованию рисков в бассейне р. Гижгит, связанных с хвостохранилищем [51,55]. Хвостохранилище начало эксплуатироваться с 1966 г. Сооружение образовано наращиваемой плотиной по ходу заполнения верхнего бьефа хвостами ТГОК, перегораживающих долину, с туннельным отводом поверхностного стока реки Гижгит в р. Баксан.

Хвостохранилище в бассейне р. Гижгит, являясь антропогенным объектом, напрямую связано с опасностями и рисками природного характера. Гидротехническое сооружение (ГТС) расположено на левом берегу р. Баксан в 1,5км от поселка Былым и в 11 км от г. Тырнауза на территории Эльбрусского района Кабардино-Балкарской Республики. Хвостохранилище представляет собой естественный каньон р. Гижгит, закрытый с устьевой стороны насыпной дамбой. Площадь земельного отвода объекта составляет 176 га. Общая площадь ГТС составляет 98 га. За период эксплуатации накоплено 119,47 млн. м³ отходов обогатительного процесса при производстве вольфрамомолибденовых и медно-висмутовых концентратов. С октября 1997г. все виды горных работ, такие как добыча руды, обогащение концентратов и складирование отходов в хвостохранилище приостановлены.

По результатам обследований установлено, что все основные ГТС имеют существенные разрушения и не отвечают требованиям безопасности. В настоящее время этот комплекс –угроза не только для данной территории, но и для всего бассейна реки Терек по Северному Кавказу [1, 46]. В комплекс гидротехнических сооружений хвостохранилища входят объекты (рис. 27):

- тоннель №3 протяженностью 3650 м, сечением 12 м², (строительство не было завершено);

- верховая плотина №3, разрушена в 2002г. селевым потоком реки Гижгит, (строительство не было завершено);
- водоотводящий тоннель №1 и №2;
- верховая плотина №2 с отметкой гребня 1296 м, длиной 147м, высотой дамбы 26 м, шириной по проекту по подошве 26м, по верхней берме 11 м. Служит для отвода воды реки Гижгит в водоотводящий тоннель № 1 и № 2 для сброса в реку Баксан. Размыта часть дамбы - левый борт по течению реки Гижгит);
- бетонный аварийный водосбросной лоток, (полностью разрушен);
- водоприемные колодцы № 4-5;
- основной отстойный пруд;
- отсечная дамба, водоотводной канал. Канал частично завален грунтом и осколочными материалами пород в результате оползня, спровоцированного подрезанием склона при строительстве данного канала с автомобильным мостом, построенным в 2007г., служащего для аварийного сброса вод с основного пруд отстойника в реку Баксан. Длина водоотводного канала 1600 м;
- сухой пляж;
- основная насыпная дамба длиной 1200 м, высотой 168м, шириной 22 м по нижней подошве и 15 м по верхней.

Плановые обследования состояния хвостохранилища проводилось 2 раза в год, внеплановые - по мере возникновения угрозы возникновения ЧС, связанных с ухудшением погодных условий, обильными осадками, селевой опасностью и т.п. При возведении плотины и различных объектов для направления отделяющейся от пульпы воды в русло р. Баксан не было учтено, что ряд мелких притоков реки Гижгит являются селеносными. Сели подпитываются за счет материала подрезки склонов и эрозии русловой отмостки и могут сформировать вынос от 10 000 до 100 000 м³ грязекаменной массы [51, 82].

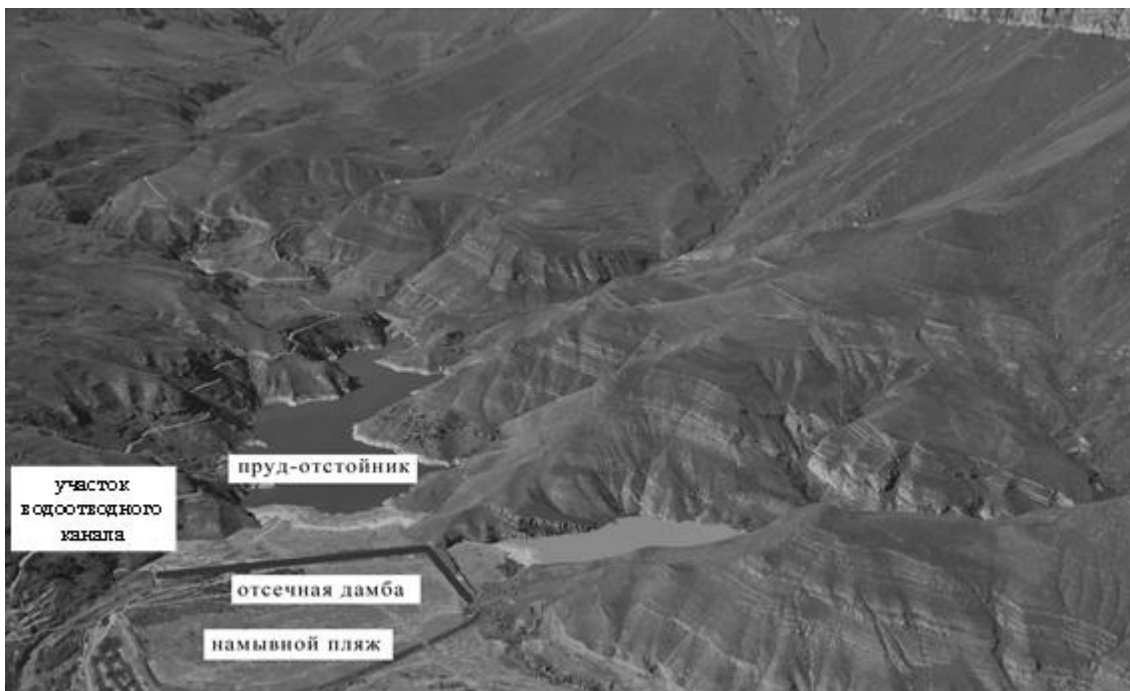


Рис. 27. Схема хвостохранилища в бассейне р. Гижгит

Хвостохранилище в настоящее время заполнено, объем хвостов составляет более 110 млн м³. Жидкие отходы руды в виде пульпы находятся под толщей воды, вода, фильтруясь через земляную плотину и берега, загрязняет грунтовые воды и реки. В составе хвостов очень высокая концентрация ядовитых химических веществ. Их концентрация от 100 до 1000 раз превышает ПДК в грунтах, жидких и сухих отходах хвостохранилища [51, 82].

Проведённое обследование гидротехнических сооружений хвостохранилища в долине р. Гижгит показало, что все его основные объекты: плотина, водовыпуск с туннелями 1 и 2, открытый (аварийный) водосброс имеют существенные разрушения и не отвечают требованиям безопасной эксплуатации. Учитывая фактическое состояние основных гидротехнических сооружений хвостохранилища и изменение условий их функционирования (повышение уровня сейсмичности района, увеличение расчетных расходов р. Гижгит), необходима реконструкция всего комплекса сооружений (грунтовая плотина, водовыпускное сооружение с туннелями 1 и 2, открытый

аварийный водосброс). Возможный прорыв плотины хвостохранилища неизбежно приведет к формированию колоссального селевого потока. Последствия такой катастрофы для ряда субъектов СКФО могут быть во много раз больше, чем паводок 2002 года [7, 9]. К сожалению, качественные метеорологические наблюдения на этой территории не ведутся.

Предупреждением катастрофы были события июня 2002 года. Специалисты института «Севкавгипроводхоз» утверждают, что, если бы еще 1 – 2 часа продолжались осадки в бассейне р. Гижгит, катастрофа была бы неминуемой [89,20]. Так как селевыми массами был закупорен портал тоннеля, отводящего реку Гижгит, воды устремились в хвостохранилище. Следующие сценарии могли бы возникнуть (рис. 28):

- переполнение пруда хвостохранилища водами р. Гижгит;
- прорыв земляной дамбы хвостохранилища и образование селевого потока;
- катастрофический поток по руслу реки Баксан, затопление населенных пунктов в долинах рек Баксан и Терек.

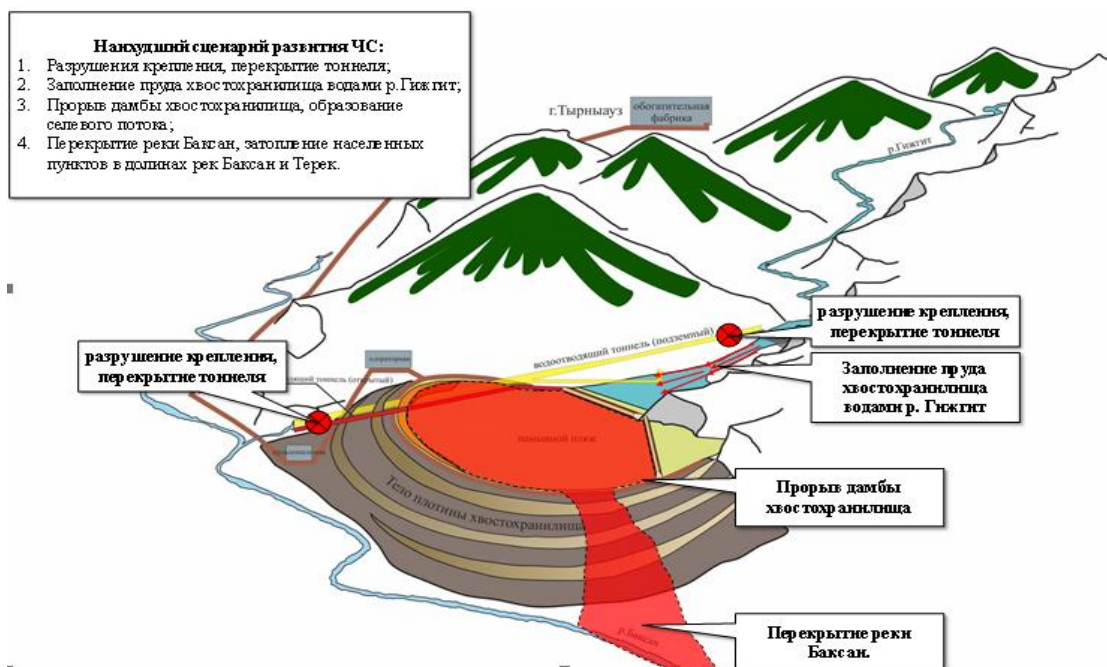


Рис 28. Сценарий развития ЧС. Схема разработана проектно-конструкторским бюро ОАО «Тырныаузский ГОК» по данным ОАО «МЕХАНОБР ИНЖИНИРИНГ», использовалась автором в докладе на XVI Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы

прогнозирования чрезвычайных ситуаций» (Москва, 27 – 28 сентября 2017 г.), а также другими исследователями (в частности в статье К.А. Гегиева и соавторов «Экологические проблемы Тырнаузского хвостохранилища на реке Гижгит», 2018).

В целях избегания возникновения угроз со стороны хвостохранилища Тырнаузского горно-обогатительного комбината (ТГОК), необходимо решение следующих задач:

- проведение ремонтно-восстановительных работ на входном портале в водоотводящий тоннель № 2 (установка селеудерживающей решетки на портале);
- проведение ремонтно-восстановительных работ внутри водоотводящего тоннеля № 2;
- проведение в русле регулировочных и берегоукрепительных работ на участке реки Гижгит (укрепление дамбы);
- выполнение работ по водоотводному каналу (очистка от насыпных грунтов и бетонирование элементов канала).

В целях предотвращения экологической катастрофы и ликвидации накопленного экологического ущерба в конце 2017 и течении 2018 годов на территории хвостохранилища проведены некоторые восстановительные работы. В ходе реализации приоритетного проекта «Чистая страна» государственной программы «Охрана окружающей среды Российской Федерации на 2012-2020 годы» была проведена работа «Рекультивация сухого пляжа хвостохранилища ОАО ТГОК с восстановлением сбросного колодца для водопонижения и водоотведения».

Проведение мероприятий по рекультивации сухого пляжа хвостохранилища ОАО ТГОК с восстановлением сбросного колодца для водопонижения и водоотведения позволило предотвратить экологические риски по загрязнению р. Гижгит в случаях аварийного паводка, прорыва дамбы хвостохранилища и водозаборов в зоне потенциального загрязнения.

Первый этап работы по рекультивации сухого пляжа хвостохранилища ОАО ТГОК с восстановлением сбросного колодца для водопонижения и водоотведения был закончен в конце 2017 года. Проведена частичная рекультивация сухого пляжа и восстановление сбросного колодца.

Второй этап работ закончен в августе 2018 года и включал в себя полную рекультивацию сухого пляжа с укладкой геоматов, покрытием пляжа плодородным слоем почвы с засеиванием всесезонной травой. В целях предотвращения размыва береговой линии пляжа были установлены габионовые сетки. Кроме того, предотвращено загрязнение атмосферного воздуха ядовитой пылевой массой от открытых на момент проведения работ частей сухого пляжа Хвостохранилища № 3.

Решением Комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности Кабардино-Балкарской Республики от 15.03.2019 вопрос обеспечения безопасности возложен на администрацию Эльбрусского муниципального района. Учитывая, что окупаемость затрат на превентивные меры оценивается как 1 к 12, принятие и реализация превентивных мер снизит нагрузку на федеральный бюджет по вопросам ликвидации ЧС и компенсационных выплат пострадавшему населению.

Главное управление МЧС России по КБР предлагает включить в план мероприятий «дорожную карту» по обеспечению безопасности гидротехнического сооружения Хвостохранилище №3, ранее принадлежавшего ОАО ТГОК (далее – ГТС) следующее:

– определить орган исполнительной власти Кабардино-Балкарской Республики ответственный в области безопасности ГТС, в том числе ответственный за безопасность ГТС, которые не имеют собственника или собственник которых неизвестен, либо от права собственности на которые собственник отказался;

– закрепить соответствующие задачи и функции по обеспечению безопасности ГТС в правоустанавливающих документах органа исполнительной власти Кабардино-Балкарской Республики, ответственного за безопасность ГТС (внесение соответствующих изменений и дополнений в положение об органе исполнительной власти Кабардино-Балкарской Республики);

- провести нормативное правовое регулирование вопросов финансового, технического и организационного обеспечения мероприятий в области безопасности ГТС. Разработан ряд рекомендаций и предложены мероприятия по снижению риска. В результате реализации предложенных работ значительно снизятся риски возникновения ЧС природного характера, повысится уровень защищённости жизни и здоровья граждан, увеличится привлекательность рекреационных зон, увеличится рентабельность сельскохозяйственных угодий, что обеспечит устойчивое развитие республики.

4.3.3. Герпегежский древнеоползневой массив.

Герпегежский древнеоползневой массив расположен в долине р. Хеу (левый приток р. Черек). Площадь около 20 км². Представляет угрозу в основном для с. Герпегеж и автодороги республиканского значения «Хасанья — Герпегеж» (рис. 29). Механизм оползневой активизации смешанный: ранее — оползень сдвига, течения. Причинами оползневой активизации служат как природные факторы (увлажнение рыхлых пород подземными водами в зонах разгрузки, смачивание и высыхание горизонта бентонитовых глин), так и антропогенные (подрезка склона строительными работами) [105].

В оползнеопасной зоне с. Герпегеж расположено 220 домов. Оползневые проявления здесь происходят периодически. Дальнейшая сильная активизация Герпегежского оползневой массива может привести к запруживанию долины последующим прохождением селевого потока в направлении пгт. Кашхатау.



Рис. 29 Оползневой массив Герпегеж [105]

4.4. Организация и управление в системе геоэкологического мониторинга склоновых процессов на территории КБР

Мониторинг склоновых процессов в КБР рекомендуется осуществлять на принципах совмещения отраслевого и территориального сбора информации и управления. Сбор информации ведется несколькими отраслевыми ведомствами: Каббалкгеомониторинг, Кабардино-Балкарский ЦГМС филиал ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС», ФГБУ "Северо-Кавказская военизированная служба", ГУ МЧС России по КБР.

Мониторинг оползневых и обвально-осыпных процессов, часто имеющих катастрофический характер, ведется подразделением *Каббалкгеомониторинг* [114,116]. В состав работ входят полевые работы, наблюдения и измерения на государственной опорной наблюдательной сети, оперативные и плановые инженерно-

геологические обследования территорий и хозяйственных объектов, подверженных негативному воздействию опасных экзогенных процессов. Готовятся краткосрочные на год и на процессо-опасный сезон региональные прогнозы развития наблюдаемых типов опасных экзогенных процессов. Прогнозы составляются с учетом фонового прогноза развития опасных экзогенных процессов по территории Российской Федерации, составляемого ежегодно в федеральном центре государственного мониторинга состояния недр (ФГБУ «Гидроспецгеология»), которые затем проецируются на территорию КБР.

Кабардино-Балкарский ЦГМС филиал ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС» взаимодействует с территориальными органами исполнительной власти, осуществляющих информирование населения об опасных природных гидрометеорологических явлениях в соответствии с перечнем и критериями опасных гидрометеорологических явлений. При этом учитывается климатическая повторяемость явлений, угрожающих безопасности людей и наносящих ущерб хозяйству.

В соответствии с руководящими документами Росгидромета штормовые предупреждения составляются оперативно-прогностическими подразделениями Росгидромета по районам своей ответственности на основании детального анализа аэросиноптических материалов и информации, получаемой от сети станций и постов, а также от технических средств и метеорологических спутников. Штормовые предупреждения об опасных явлениях составляются с максимально возможной заблаговременностью, а штормовые оповещения о факте возникновения ЧС – доводятся немедленно.

ФГБУ "Северо-Кавказская военизированная служба" (СКВС) по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы Росгидромета. С 1982 г. возложены функции по обеспечению безопасности от воздействия снежных лавин в Северо-Кавказском регионе. Задачами противолавинных подразделений службы являются: защита населения, рекреационных центров и объектов экономики от

снежных лавин, а также сокращение повреждений и вынужденных простоев объектов инфраструктуры в результате негативного воздействия лавин.

Устранение и сокращение лавинной опасности осуществляется путём обстрела лавиноопасных склонов, изорудий, установленных стационарно. Артиллерийский обстрел горных склонов с необходимой точностью попадания снаряда в намеченную цель проводится и в отсутствии видимости (снегопад, туман, тёмное время суток) по заранее подготовленным координатам с использованием планшета.

ФБГУ «Северо-Кавказская Военизированная служба» может давать фоновые прогнозы лавинной опасности с оправдываемостью не менее 95 %, а также локальные (местные) прогнозы лавинной опасности с оправдываемостью 90% и заблаговременностью до 24 часов (по горнолыжным курортам Домбай, Приэльбрусье и др.).

Центральное место в сборе и обработке данных от разных ведомств занимает *ГУ МЧС России по КБР*. При этом используются материалы различных опубликованных и фондовых работ [13,12,16], а также непосредственные материалы, обобщения и выводы ГУ МЧС России по КБР. ГУ МЧС России по КБР проводит мониторинг опасных участков с использованием авиации МЧСи с привлечением специалистов Высокогорного геофизического института, Министерства природных ресурсов и экологии КБР и других ведомств.

Прогноз возможных ЧС, связанных с комплексом неблагоприятных или опасных природных явлений, поступает в Центр управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по КБР из различных источников на основании запросов. Помимо региональных организаций Росгидромета, Каббалкгеомониторинга и др. используется информация от ФГБУ Всероссийского научно-исследовательского института по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций (ВНИИ ГО ЧС) МЧС России (долгосрочные и краткосрочные прогнозы погодных явлений и связанных с ними рисках возникновения ЧС). ГУ МЧС России по КБР осуществляет сбор

и обобщение прогнозной информации, проводит анализ материалов, доводит прогноз возможных ЧС, обусловленных изменением погоды, и в случае ухудшения обстановки информацию о том, какие риски ожидаются на той или иной территории, и одновременно с этим рекомендует провести комплекс превентивных мероприятий, позволяющих минимизировать последствия, связанные непосредственно с прогнозируемым риском (табл. 10). Центр управления в кризисных ситуациях ГУ МЧС России находится на прямой связи с единой диспетчерско-дежурной службой муниципального образования, и обмен информацией проходит в кратчайшие сроки.

Таблица 10

Перечень превентивных мероприятий при селях и лавинах

Мероприятия, осуществляемые на региональном уровне	Характеристика мероприятий, параметры их проведения
СЕЛИ <i>(одно из условий образования селя – не менее 20 мм.осадков за сутки)</i>	
Организация оповещения о селевой угрозе	Задействование федеральной, территориальных и локальных систем оповещения в случае возникновения реальной угрозы. Использование ручного и автоматизированного способов оповещения, централизованное управление СО объектов экономики, принудительное переключение программ вещания радиотрансляционных узлов, радиовещательных и телевизионных станций на передачу сигнала оповещения.
Организация прогнозирования начала движения селя	Организация системы наблюдения за селевой обстановкой, своевременное обнаружение селеопасных районов. Прогнозирование по известным методикам на основе сбора данных о снегопадах, метелях, оттепелях, дождях, образовании глубинной изморози, снижении прочности снежного покрова, высоте старого снега, плотности снега и его оседании, резком возрастании притока подземных вод, антропогенных факторах, техногенных факторах. Через ТЦМП ЧС организовать составление сверхдолгосрочных (до 3-х месяцев), долгосрочных (3-4 недели), краткосрочных (1-3 дня) и оперативных прогнозов. Составление фонового (определяет возможность схода), районного (для отдельных долин, перевальных участков, групп лавинных очагов) и детального (для отдельного очага или горного склона) прогнозов.
Укрепление противоселевых сооружений для защиты населенных пунктов, хозяйственных объектов, участков железных дорог, мостов, ЛЭП, линий связи и т.п.	Обследование состояния сооружений. Выработка технических решений на проведение работ. Определение подрядных организаций и уточнение графика реконструкции. Планирование работ с учетом приоритетов. Обеспечение материально-техническими ресурсами. Контроль за сроками и объемами выполнения работ.
Подготовительные работы по проведению эвакуации людей и материальных ценностей при селевой (лавинной) угрозе	Подготовка к заблаговременной и экстренной эвакуации. Сроки заблаговременной эвакуации определяются краткосрочным прогнозом ТЦМП ЧС (1- 3 сут.), экстренными предупреждениями о возможной ЧС и завершается до начала схода. Экстренная эвакуация проводится в минимальные сроки с использованием всех имеющихся транспортных средств, а также пешим порядком. Сроки проведения определяются временем добегания селевой волны до населенного пункта, жилого массива и т.п. (оперативный прогноз). Население должно удаляться из четырехчасовой зоны возможного добегания. Решение принимается

Мероприятия, осуществляемые на региональном уровне	Характеристика мероприятий, параметры их проведения
	соответствующими органами и самим населением при очевидных признаках угрозы. Отработка планов проведения эвакуации. Доведение до населения порядка действий и правил поведения. Создание формирований транспортного и материального обеспечения. Определение потребности в транспортных средствах, ГСМ, ресурсах первоочередного жизнеобеспечения.
Подготовительные мероприятия по организации первоочередного жизнеобеспечения	Готовность - прибытие жизнеобеспечивающих формирований в зону ЧС не позднее чем через 16 часов. Разработка планов действий в условиях угрозы и в ходе ликвидации ЧС. Создание мобильных формирований первичного жизнеобеспечения населения. Включение в штатное оснащение мобильных комплексов средств первичного жизнеобеспечения. Обеспечение материально-техническими ресурсами. Создание запасов резервных автономных источников энергоснабжения, тепла и т.п.. Проведение учений и тренировок по переводу коммунально-энергетических объектов на особый режим функционирования, отработка нормативов перевода на особый режим (подготовка к переводу - не более 12 часов, непосредственно перевод - не более 6 часов). Применение мобильных формирований первичного жизнеобеспечения и мобильных комплексов первичного жизнеобеспечения. Завоз продовольствия и предметов первой необходимости, гуманитарной помощи. Оборудование площадок разгрузки и хранения. Создание запасов в угрожаемый период. Обеспечение охраны и сохранности. Организация распределения.
Запрещение пахотных работ на крутых склонах	Запрещаются пахотные работы и осуществляется контроль за соблюдением запрета на лавинообразующих склонах (крутизна - 15-60°).
Террасирование горных склонов, создание почвозащитных буферных полос	Проводится с целью перевода скоротечного поверхностного стока в замедленный подземный. Может проводиться распашка снежных полей с образованием снежных валов в весенний период для задержки снеготаяния. <i>Хороший эффект - в сочетании с созданием лесозаградительных полос.</i>
Сохранение имеющихся и посадка новых лесных массивов вдоль русел горных рек и на горных склонах	Осуществление лесомелиоративных мероприятий: охрана лесов на горных склонах от вырубки, борьба с вредителями и болезнями леса, залесение территории.
Строительство противоселевых сооружений (селерегулирующих, селеделительных, селезадерживающих, селетрансформирующих)	Производится на основании данных многолетних наблюдений и определения повторяемости с соответствующим технико-экономическим обоснованием. Наличие технических решений. Выделение финансовых и материальных ресурсов.
Обработка почвы поперек склонов, недопущение посевов пропашных культур	Осуществление агротехнических мероприятий. Правильный посев и уход за посевами. Создание почвозащитных буферных полос. Охрана горных пастбищ. Подсев растений на разбитых и смытых пастбищах.
Заблаговременная эвакуация, решение на проведение которой принимается на основе краткосрочного прогноза РЦМП ЧС, ТЦМП ЧС(на период от 1 до 3 сут.)	Проводится при угрозе формирования селевого потока или угрозе схода снежной лавины до начала схода с получением сигнала оповещения. Задействование планов проведения в соответствии с вариантом (сценарием) ЧС. Развертывание эвакокомиссий, эвакопунктов, оборудование мест временного размещения населения. Организация охраны общественного порядка. Доставка продовольствия и необходимых грузов.
Экстренная эвакуация населения из четырехчасовой зоны возможного добегания селевого потока	Экстренность определяется оперативным прогнозом времени добегания селевой волны (начала схода лавины) до населенного пункта, жилого массива, туристической базы и т.п. За пределами четырехчасовой зоны добегания эвакуация проводится по мере возникновения реальной угрозы. Проводится по территориальному принципу в два этапа без развертывания эвакопунктов на территории зон возможного поражения. Этап 1 - самостоятельный выход населения по заранее установленным

Мероприятия, осуществляемые на региональном уровне	Характеристика мероприятий, параметры их проведения
	маршрутам. Этап 2 - сбор и перебазирование населения из разрушенных и покинутых населенных пунктов.
Обеспечение готовности к проведению мероприятий медицинской защиты (оказание помощи пострадавшим, противоэпидемические мероприятия)	Приведение в готовность больничной сети, развертывание дополнительных пунктов оказания медицинской помощи. Закрепление медицинского персонала за местами размещения эвакуируемых. Пополнение запасов медикаментов и средств оказания медицинской помощи. Выдвижение медицинских формирований к предполагаемым местам проведения аварийно-спасательных работ. Подготовка транспорта для лечебно-эвакуационного обеспечения населения в зоне ЧС. Организация взаимодействия с местными органами власти, аварийно-спасательными формированиями, милицией, войсковыми частями, лечебными учреждениями, предприятиями и организациями в зонах ЧС. Подготовка медперсонала по курсу «Медицина катастроф». Проведение санитарно-эпидемиологической разведки. Организация санитарно-эпидемиологического наблюдения и микробиологического контроля. Организация и проведение экстренной и специфической профилактики. Санитарно-противоэпидемическое обеспечение пострадавшего населения, эвакуируемого из районов бедствия. Дезинфекционные мероприятия. Организация медпомощи инфекционным больным на догоспитальном этапе. Медицинская сортировка инфекционных больных. Организация противоэпидемического режима на этапах медицинской эвакуации.
ЛАВИНЫ	
<i>Склоны с крутизной 15 - 60°, свободные от леса</i>	
Искусственное обрушение лавин (орудийный обстрел и взрывные работы)	Обстрел производится из крупнокалиберных зенитных орудий, полевых пушек и минометов. При невозможности выбора безопасной огневой позиции обрушение лавины производится посредством взрыва зарядов на снежном покрове с размещением их до выпадения снежного покрова. На склонах крутизной 30-40° лавины сходят при достижении слоя свежеевыпавшего снега толщины 30 см, для формирования лавин из старого снега необходим снежный покров толщиной 70 см. Для начала движения и набора определенной скорости необходимая длина открытого склона составляет 100-500 м.
Удержание снежного покрова на склонах за счет снегоудерживающих сооружений -траншей, стенок, щитов, сборных решеток, свай и т.п.	Своевременное осуществление работ с целью удержания снежного покрова на лавиноопасных направлениях при надлежащей оценке эффективности данных мероприятий в данном месте. Использование местных строительных и подходящих материалов и изделий.
Изменение направления движения лавины с помощью лавинорезов, отбойных дамб и направляющих стенок	Заблаговременное и экстренное возведение и поддержание в исправном состоянии специальных снегоудерживающих сооружений. Плановая реконструкция и замена на более надежные и эффективные. Применяется для отвода траектории движения лавины от населенных пунктов и объектов.
Уменьшение скорости движения лавины с помощью надолбов, клиньев, земляных и каменных холмов, конусообразных насыпей, сеток из тросов	Применяется с целью уменьшения скоростного напора и снижения воздействия на препятствующие движению объекты народнохозяйственного значения, сокращения дальности выброса лавины.
Сооружение противолавинных галерей для пропуска лавин над автомобильными и железными дорогами	Применяется для защиты транспортных коммуникаций важного значения на лавиноопасных направлениях.

Превентивные мероприятия проводятся на основе информации, получаемой от ВНИИ ГОЧС [99,24], структурных подразделений Росгидромета в г. Ростов-на-Дону, информации от различных организаций в г. Нальчик (долгосрочные прогнозы циклически повторяющихся рисков на осенне-зимний, весенне-летний, лавиноопасный, паводковоопасный, селеопасный периоды и т.д., краткосрочные прогнозы гидрологической и метеорологической обстановки на предстоящий месяц или декаду, прогнозы погоды на предстоящие сутки, штормовые предупреждения), разрабатываются различные модели развития ситуации, прогнозы возможных ЧС, связанных с комплексом неблагоприятных или опасных природных явлений. Прогноз возможных ЧС природного характера, рекомендуемый комплекс превентивных мероприятий для минимизации рисков и ущерба от возможных ЧС, а также модели развития по наихудшему сценарию доводятся до органов местного самоуправления заблаговременно. При получении экстренного штормового предупреждения, информация доводится немедленно.

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». Специалистами отдела мониторинга круглосуточно ведется сбор и обобщение полученной прогнозной и фактической информации от ФГБУ «Кабардино-Балкарский УГМС».

При повседневной деятельности в целях качественной организации системы мониторинга и прогнозирования возможных ЧС привлекаются к работе также и организации, ученые, специалисты различных отраслей,

имеющие опыт изучения склоновых процессов, проектировании инженерной защиты. При возможности проводятся аэровизуальное наблюдение с борта вертолета с осуществлением фото и видео съемки за динамикой изменений в селевых бассейнах, деградацией ледников, появлением и развитием приледниковых озер и т.д. Активно используются беспилотные летательные аппараты главного управления при обследовании зон зарождения, транзита и выноса селевых масс.

Наблюдения, маршрутные исследования с применением космоснимков, а также разработка ортофотопланов проводятся совместно специалистами ЦУКС ГУ МЧС России по КБР и ФГБУ «Высокогорный геофизический институт». На такие участки, как Герхожан-Су, Башкара, Гижгит ортофотопланы уже составлены.

Отраслевой характер сбора данных дополняется территориальным принципом управления и оповещения. Для осуществления оперативной связи важное звено играют выделенные геоэкологические районы, которые тесно связаны с системой оповещения муниципальных районов. При этом используются электронные паспорта, имеющиеся в ГУ МЧС для тех муниципальных районов, в которых указаны объекты, подверженные негативному воздействию склоновых процессов (рис. 30).

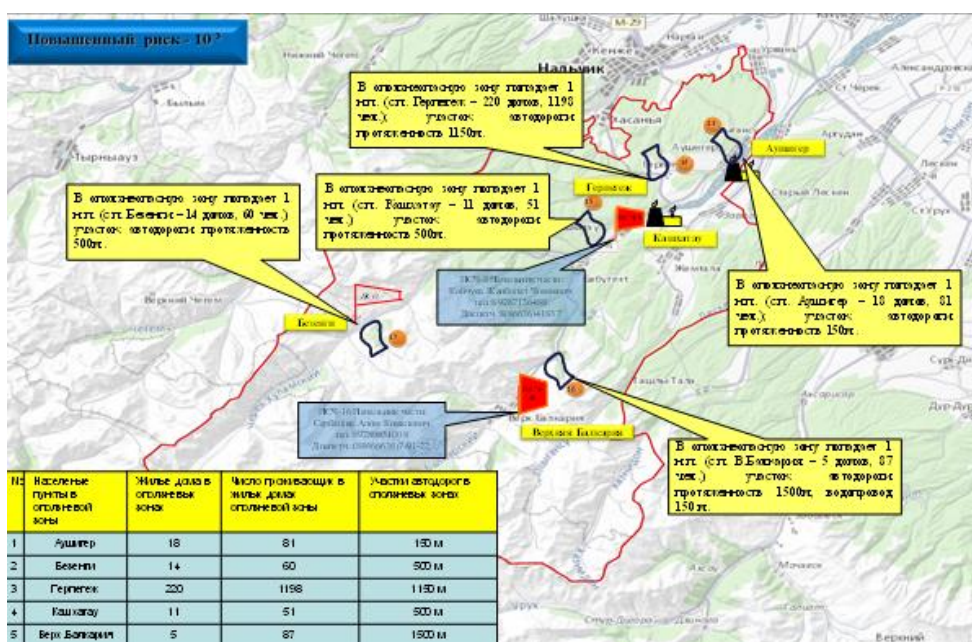


Рис. 30. Пример одного из разделов электронного паспорта по Черекскому району КБР

На муниципальном уровне обязательной является информация, на основании которой за конкретный период, чаще всего – месяц, можно сделать вывод об опасности территории в данном году или месяце. Такая информация содержит сведения: расположение участка, характер рельефа, геологические условия, основные склоновые процессы и пораженность наиболее опасными процессами, активность процессов, основные изменяющиеся факторы, обуславливающие активизацию процессов, воздействие на инфраструктуру и хозяйственные объекты.

Всю информацию о текущем состоянии окружающей среды, собранную на региональном и локальном уровнях, рекомендуется сконцентрировать в Центре управления в кризисных ситуациях МЧС России по КБР для организации своевременного реагирования органов управления, а также выполнения в полном объеме комплекса мероприятий, направленных на обеспечение жизнедеятельности населения [1, 3, 4, 95] (рис. 31). Всеми указанными на рис. 31 организациями ведутся соответствующие наблюдения на отдельных маршрутах (автомобильных и пешеходных), проводятся облеты территории, используются беспилотные летательные аппараты, а также ДЗЗ. На основании исследования активности склоновых процессов выделяются основные факторы развития процессов, определяются пороговые критические значения их активизации. Составляется примерный прогноз опасности проявления процессов, характерных на данный сезон, и рассылается в соответствующие районы с рекомендацией принятия превентивных мер по обеспечению безопасности населения.

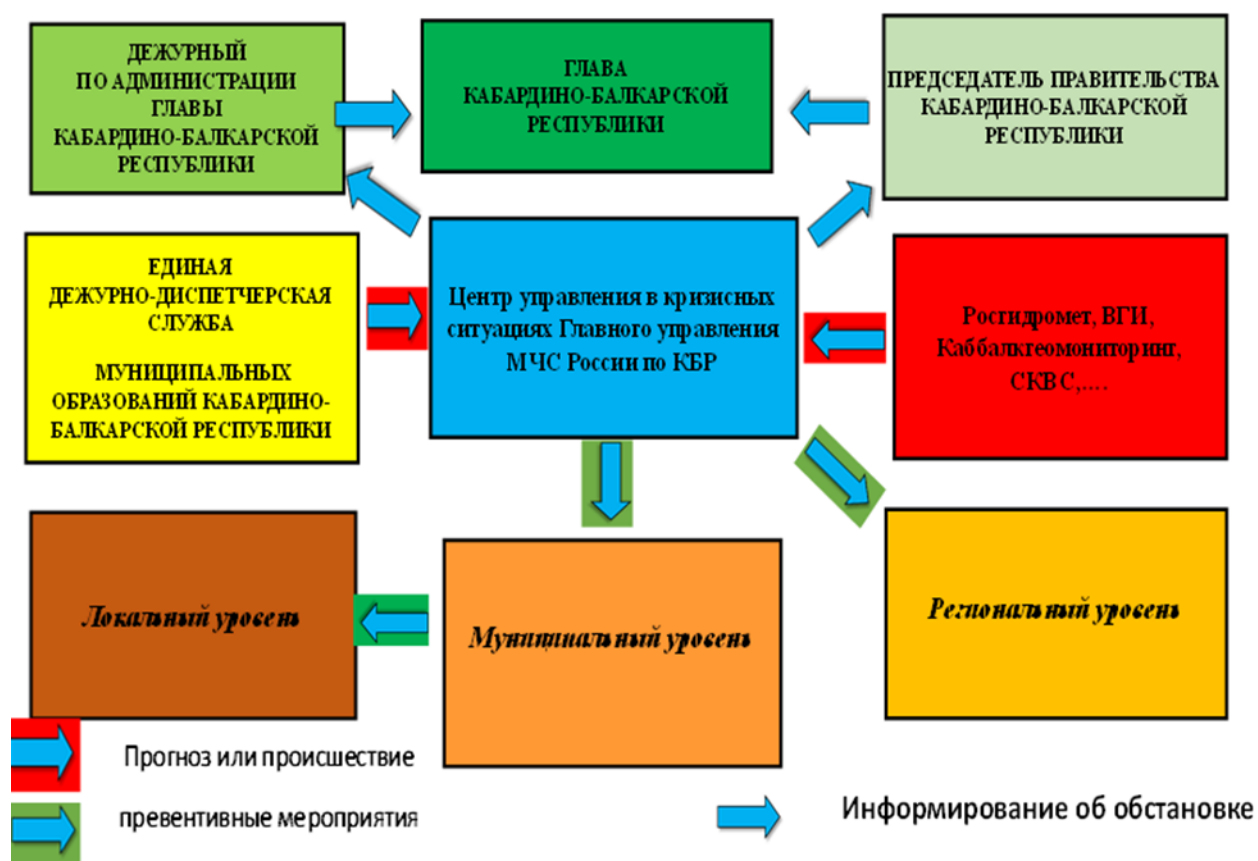


Рис. 31. Схема обмена информацией при организации мониторинга опасных природных процессов.

Опорными метеостанциями являются: на высокогорных территориях - Терскол, а на среднегорных и низкогорных - Нальчик. По этим данным составляются долговременные прогнозы основных показателей климатических условий, прежде всего, температуры воздуха и годового количества осадков как основного фактора, определяющего увлажненность территории. При этом используются программы MAPR [84]. Данные метеопостов Тырнауз, Нижний Чегем, Кашхатау также учитываются для детализации ситуаций.

В целях развития системы принятия управленческих решений по реагированию на опасности и риски склоновых процессов в горах ГУ МЧС по КБР совместно с аппаратом полномочного представителя Президента в СКФО в 2017 году (после катастрофических проявлений опасных и не благоприятных природных процессов) был разработан проект подпрограммы

«Предупреждение чрезвычайных ситуаций в Кабардино-Балкарской Республике». Целью подпрограммы является:

- снижение риска чрезвычайных ситуаций природного характера в Кабардино-Балкарской Республике;
- сокращение количества погибших и пострадавших в чрезвычайных ситуациях в Кабардино-Балкарской Республике;
- предотвращение экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций в Кабардино-Балкарской Республике.

Представляется необходимым дальнейшее развитие системы мониторинга опасных явлений, основанного на оперативном сборе, накоплении и представлении информации на научной основе, а также исследование сценариев развития неблагоприятных ситуаций, создание и совершенствование методов активных воздействий на опасные явления, а также создание надежной инженерной защиты. Основными вызовами в настоящее время следует считать:

- изменение климата, приводящее к деградации нивально-гляциальной зоны, повышению угроз прорыва приледниковых озер, таянию мерзлоты, резким сезонным колебаниям погоды и др.

- освоение чувствительных высокогорных ландшафтов для рекреационной деятельности;
- горнодобывающее производство;
- строительство ГЭС (Каскад Черекской ГЭС).

В горной части, занимающей 2/3 площади КБР, ведется курортно-рекреационное строительство на базе уникальных природно-климатических условий и разведанных месторождений минеральных вод, разрабатываются месторождения рудных и нерудных полезных ископаемых, используются пастбища горно-луговой зоны. В бассейне р. Черек осуществляется широкомасштабный проект по строительству гидроэлектростанций. Все это приводит к усилению техногенного воздействия на природную среду, происходит образование и активизация склоновых процессов.

В целом, для территории республики необходимо совершенствование инструментальных методов мониторинга и прогноза оползневой, селевой и лавинной опасности. Для этого, в частности, рекомендуется:

- создание автоматизированной радиолокационной системы оповещения о селях и паводках ливневого происхождения;
- оценки возможностей регулирования спуска прорывоопасных приледниковых озер до безопасного уровня;
- георадарное зондирование ледников и морен в верховьях ущелий для локализации скоплений воды в их толще и выпуск этих скоплений до достижения критических объемов;
- использование для защиты от селевых потоков небольшой мощности гибких противоселевых барьеров. Например, сравнительно недорогие барьеры швейцарской фирмы GEOBRUGG или их аналоги.

Потепление климата ведет к таянию ледников и снежников в высокогорье. Это приводит к формированию приледниковых озер и накоплению в них воды, что повышает вероятность формирования селей гляциального и гляциально-ливневого генезиса. Для снижения этой опасности необходимо провести мониторинг всех таких озер (озерно-ледово-моренный комплекс Башкара, озеро Донгуз-орун-кель, озеро Гиибаш-кель, каскадные озера Бирджалы-Су, озеро Сылтран-кель, и другие), выполнять георадарные зондирования ледников и морен в верховьях ущелий, локализовать скопления и осуществить искусственно регулируемый спуск воды до достижения безопасных объемов. Современные георадары позволяют просветить грунт и ледники до 30 м глубины и могут оказаться весьма эффективными в локализации скрытых скоплений воды, неконтролируемый прорыв которых приводит к формированию селей.

Учитывая возросшие риски склоновых процессов, имеющих импульсивный и слабопредсказуемый характер, важной задачей является созданиерегиональной автоматизированной системы центрального

оповещения населения КБР и ее районных сегментов, а также развитие комплексной системы экстренного оповещения населения, находящегося в зоне возможного негативного влияния опасных факторов природного и техногенного характера.

4.4. Выводы по главе 4

1. Среди трех основных стратегий управления рисками на территории КБР наиболее используются стратегия избегания и изменения. Стратегия избегания базируется на знаниях, полученных в результате широкомасштабных исследований 1960-1980-х гг., заложивших основу к оценке территории по рискам склоновых процессов. 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 почти нет. В основе стратегии изменений природных условий лежат инженерно-технические мероприятия, которые финансирует государство для снижения рисков. Слабо используется стратегия адаптации, которая базируется на разнообразных знаниях по встраиванию в ландшафт, в том числе используется знание местного населения с его традиционным опытом.

2. Для эффективного ведения оперативного мониторинга выделено 12 районов. Для каждого из них определены основные мероприятия и стратегии защиты от склоновых процессов. Особенно следует отметить районы и ключевые участки, где катастрофическая активизация склоновых процессов наиболее вероятна: Приэльбрусье, Турныауз-Былымский район, Герпегежский оползневой ареал. Следует также обратить внимание на активно

развивающийся Малкинский район, где в связи с освоением риски проявления опасных склоновых процессов растут.

3. Организация и соединение базового и оперативного мониторинга с сочетанием различных стратегий приведена для двух ключевых участков, имеющих большое народнохозяйственное значение: г. Тырнауз и р. Гижит (хвостохранилище). Особого внимания требуют мероприятия по обеспечению безопасности населения и эксплуатации инженерных коммуникаций города Тырнауза при возникновении чрезвычайных ситуаций природного характера. Необходимо продолжить работу по созданию региональной автоматизированной системы центрального оповещения населения КБР и ее районных сегментов, а также развивать комплексную систему экстренного оповещения населения, находящегося в зоне возможного негативного влияния опасных факторов природного и техногенного характера.

4. 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.

Заключение

Система геоэкологического мониторинга склоновых процессов 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.

Для осуществления геоэкологического мониторинга склоновых процессов 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) знания, лежащие в основе стратегий и мероприятий по защите и предупреждению проявления склоновых процессов;
- г) совокупность знаний об организации и управлении.

Необходимо различать два уровня мониторинга:

- 1) базовый мониторинг направлен на наблюдения за условиями проявления опасных процессов, которые меняются медленно.
- 2) оперативный мониторинг направлен на наблюдение за краткосрочными и слабопредсказуемыми склоновыми процессами, в основном, на специальных стационарах.

Именно оперативный мониторинг наиболее трудное и высокзатратное звено в системе мониторинга.

Основными стратегиями, направленными на снижение ущерба от склоновых процессов и различающимися по набору мероприятий, являются:

- 1) избегания опасных склоновых процессов;
- 2) адаптация к режимам склоновых процессов в ареалах их проявления;

3) изменение природных условий таким образом, чтобы существенно снизить или совсем прекратить действие того или иного склонового процесса.

Изученность склоновых процессов на территории КБР происходило неравномерно. Выделяются 4 основных этапа:

- 1) эпизодические исследования до начала 20 века;
- 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 ГИС.

К основным геоэкологическим характеристикам территории КБР, определяющим главные особенности проявления склоновых процессов, относятся горный рельеф, горный климат, растительный покров и хозяйственная освоенность. В процессе исторического освоения на распространение и активизацию склоновых процессов играли важную роль террасовое земледелие на склонах, отгонно-пастбищное животноводство, горнопромышленное использование, туризм и рекреация, лесопользование, природоохранная деятельность.

Учитывая геолого-геоморфологическую поясность рельефа и климатические изменения с высотой, выделяются четыре основных высотных зоны, различающиеся по сочетанию и интенсивности проявления основных склоновых процессов – лавин, селей и оползней: высокогорная нивально-гляциальная, высокогорная луговая, среднегорная, низкогорная. 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. Так, низкогорные широколиственные леса хорошо маркируют ареалы распространения оползней. Высокогорные нивально-нивално гляциальные ландшафты и

луговые комплексы хорошо коррелируют с распространением лавин. Среднегорья с аридными котловинами, где наблюдается неустойчивый режим увлажнения, являются районами проявления селей.

Распространение снежных лавин на территории КБР 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 не опасными для человека, но при расширении освоения они могут также стать непосредственными источниками угроз.

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. Катастрофические сели приурочены к дорогам и населенным пунктам. Селепроявления крайне неравномерны по годам: пики селепроявления приходятся на годы, когда имеются наиболее благоприятные погодноклиматические обстановки.

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 межгорные котловины, которые давно освоены, здесь ведется интенсивное 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 слабовидимы на снимках

вследствие лесовозобновления. Некоторая часть оползневых явлений заметно также на западных отрогах Терского хребта.

Лавины, сели и оползни образуют четыре высотно-зональных сочетания: высокогорная зона, где преобладают лавины, зона наложения лавинной и селевой деятельности при редком проявлении оползней, зона наложения селей и оползней является наиболее широкой, зона распространения оползней, захватывающая нижние этажи гор. Эффекты наложения этих процессов выражены в расширении пространственно-временных рамок проявления, повышение рисков жизнедеятельности и взаимоусиления процессов.

Наиболее часто используемыми стратегиями для защиты от склоновых процессов являются стратегия избегания опасных зон, адаптация и изменение природных условий. В первом случае механизмы защиты и знания, лежащие в их основе, базируются на широкомасштабных исследованиях 1960-1980-х гг., заложивших основу к оценке территории по рискам склоновых процессов. Карта зон и ареалов с различной степенью активности склоновых процессов отражает: запретную (красную) зону с высокой активностью и широким распространением склоновых процессов; зону повышенной активности склоновых процессов (желтую), где необходимо встраивание и адаптация хозяйственной деятельности; зону отсутствия склоновых процессов (зеленая), где ограничений для хозяйственной деятельности нет. В основе стратегии изменений природных условий лежат инженерно-технические мероприятия, которые финансирует, как правило, государство для снижения рисков. Большой потенциал имеет стратегия адаптации, которая базируется на разнообразных знаниях по встраиванию в ландшафт, в том числе используется знание местного населения с его традиционным опытом.

Для эффективного ведения оперативного мониторинга выделено 12 районов. Для каждого из них определены свои основные мероприятия и стратегии защиты от склоновых процессов. В настоящее время, целесообразно выделять районы, где повышенная активность склоновых процессов угрожает

населению и объектам экономики. Особенно следует отметить районы с большими уровнями риска, где возможна катастрофическая активизация склоновых процессов, большой материальный ущерб и гибель людей. Активность селей и связанных с ними оползней и эрозии, а также высокая вероятность природно-техногенных катастроф обусловлены инженерно-геологическими условиями развития этих процессов и основными быстроизменяющимися факторами (гидрометеорологические условия и др.).

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). Всю информацию 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.

Список использованной литературы

1. *Авджян К.Э., Аджиев А.Х., Айрапетян О.Ю.* Геолого-геофизические исследования глубинного строения Кавказа: Геология и геофизика Кавказа: современные вызовы и методы исследований: коллективная монография. Владикавказ: ГФИ ВНЦ РАН, 2017. С. 605-606.
2. *Адцеев В.Г.* К вопросу создания единой системы наблюдений за катастрофическими явлениями // Геология и геофизика Юга России. Владикавказский научный центр РАН. № 4. 2015. С. 5-8. URL: <https://elibrary.ru>
3. Академия ГПС МЧС России [Электронный ресурс] // Официальный сайт Академии ГПС МЧС России. URL: <http://academygps.ru>
4. *Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н.* Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. М.: Деловой экспресс. 2004. 352 с. URL: <https://elibrary.ru>
5. *Акимов В.А., Новиков В.Д., Радаев Н.Н.* Природные и техногенные ЧС: опасности, угрозы, риски. М.: Деловой экспресс. 2001. 344 с.
6. *Акимов В.А., Соколов Ю.И., Сосунов И.В.* Глобальные и национальные приоритеты снижения риска бедствий и катастроф. М.: ФГБУ ВНИИ ГО ЧС (ФЦ), 2016. 396 с.
7. *Анаев М.А.* Обеспечение безопасности бассейна реки Гижгит (Баксанское ущелье, Кабардино-Балкария) // Жизнь Земли. Т. 43. № 4. 2021. С. 451-460.
8. *Анаев М.А., Хаджиев М.М., Мальнева И.В.* Оценка рисков возникновения ЧС природного и техногенного характера на территории КБР, связанных с состоянием хвостохранилища «ОАО «Тырныаузский горно-обогатительный комбинат» // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций: Докл. и выступления на XVI Всеросс. науч.-практич. конф. 27 - 28 сен. 2017 г. М.: ФКУ Центр «Антистихия» МЧС РФ, 2016. С. 18 - 20.

9. Анаев М.А., Хаджиев М.М., Мальнева И.В., Гонсировский Д.Г. Совершенствование организации обеспечения безопасности населения и территории Северного Кавказа // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций: Сборник материалов XV Всероссийской научно-практической конференции 13-14 октября 2016 г. М.: ФКУ Центр «Антистихия» МЧС РФ, 2016. С. 14-15.
10. Андреев Ю.Б. Сравнительная оценка риска для лавин различного генезиса на основе релевантных функций пространственно-временного прогноза // Проблемы снижения природных опасностей и рисков: Материалы Международной научно-практической конференции «ГЕОРИСК – 2012». М.: РУДН. Том 1. 2012. С. 7-10.
11. Атлас «Недра России». ВСЕГЕИ. ГИС. URL: <http://atlaspacket.vsegei.ru/#ce702bd530aa90960>
12. Атлас природно-техногенных опасностей Кабардино-Балкарской Республики / изд. и гл. ред. И.И. Мазур; рук. и отв. ред. В.В. Разумов. М.: Изд. Центр «Элима», 2005. 242 с.
13. Ашабоков Б.А., Бисчоков Р.М., Федченко Л.М., Калов Х.М., Богаченко Е.М. Анализ и прогноз изменения климата в Кабардино-Балкарской республике: Монография / Нальчик.: КБГСХА, 2005. 150 с.
14. Баденков Ю.П. Жизнь в горах. Природное и культурное разнообразие – разнообразие моделей развития. М.: ГЕОС, 2017. 477 с.
15. Барановский А.Ф., Королев И.Б., Синичкина Л.И. Катастрофическое проявление оползневых процессов в долине р. Баксан // Разведка и охрана недр. № 7. 2007. С. 57 - 59.
16. Беккиев М.Ю., Анаев М.А., Докукин М.Д., Калов Р.Х., Мальнева И.В., Висхаджиева К.С. Аномальная подвижка оползня Бузулган в долине р. Герхожан-су (Центральный Кавказ) // ГеоРиск. Т.14. №4. 2020. С. 44-54.
17. Божинский А.Н., Лосев К.С. Основы лавиноведения. Л., 1987. 279 с.

18. *Борзенкова А.И.* Особенности рекреационного режима горных областей // Тр. гл. гео-физ. обсерв. им. А.И. Войкова. Л., 1970. вып. 263. С. 55-65.
19. *Быков А.А.* О подходах к определению значимости риска // Проблемы анализа риска. Т.15. №4. 2018. С. 4-5.
20. *Быков А.А., Башкин В.Н.* Об экстремальных природных явлениях и оценке природных и экологических рисков // Проблемы анализа риска. Т.15. №3. 2018. С. 4-5.
21. *Виноградов Ю.Б.* Этюды о селевых потоках. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 14 с.
22. *Воробьев Ю.Л.* Предупреждение и ликвидация ЧС. М.:Крук, 2002. 368 с.
23. Всемирная конференция ООН по снижению риска бедствий: Материалы конференции: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wcdrr.org/home>
24. *Гайдамак Е.И., Розов Н.Н., Шашко Д.И. и др.* Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР/ Под ред. А. Н. Каштанова. М.: Колос, 1983. 336 с.
25. Геолого-геофизические исследования глубинного строения Кавказа: Геология и геофизика Кавказа: Современные вызовы и методы исследований: Коллективная монография. Геофизический институт Владикавказский НЦ РАН / Отв. Ред. В.Б. Заалишвили. Владикавказ. 2017. 619с.
26. *Герасимов В.А.* Селевые потоки 10-11 августа 1977г. в бассейне р. Герхожан-су (Северный Кавказ) и условия образования // Селевые потоки. М. 1980. С.68-77.
27. *Герасимов В.А.* Селевые потоки в районе г. Тырныауза 1/VIII 1960 г., 14/VIII 1961 г. и 31/VII 1962 г //Труды ВГИ. Т.6. 1967. С. 198-205.

28. Герасимов В.А. Схема прогнозирования селевых потоков в бассейне р. Герхожан-су. Труды ВГИ, вып. 49. 1981. С. 133-137.
29. Глобальный аналитический доклад о мерах по уменьшению опасности бедствий 2015 (GAR2015). Обеспечение устойчивости развития: будущее управление рисками бедствий [Электронный ресурс]// URL: <http://www.unisdr.org/we/inform/ga>
30. Гонсировский Д.Г. Метод картирования многолетнего хода основных изменяющихся факторов динамики геологической среды (на примере атмосферных осадков в пределах Тургайской области). М.: ВСЕГИНГЕО, Деп. в ВИНТИ 27.06.85. № 4644-В.1985. 22 с.
31. Гонсировский Д.Г. О возможном влиянии плазмы солнечных вспышек на возникновение гляциальных селевых потоков на Земле // Жизнь Земли. Т. 39, № 2. 2017. С. 147–154.
32. ГОСТ Р 22.0.11-99 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Предупреждение природных чрезвычайных ситуаций. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. 8 с.
33. ГОСТ Р 22.1.02-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения. М.: Госстандарт России, 1995. 6 с.
34. ГОСТ Р 22.10.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайной ситуации. М.: Стандартиформ, 2016. 11 с.
35. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2017 году». М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2018. 376 с.
36. Гуня А.Н. Ландшафтные основы анализа природных и природно-антропогенных изменений высокогорных территорий. Нальчик: Издательство КБНЦ РАН, 2010. 198 с.

37. *Гуня А.Н.* Трендовые изменения и развитие горного региона: методология, географический анализ и возможности управления. Нальчик: КБНЦ РАН. 2004. 224 с.
38. *Данилов-Данильян В.И., Залиханов М.Ч., Лосев К.С.* Экологическая безопасность. Общие принципы и российский аспект. М.: МНЭПУ, 2001. 332 с.
39. Декларация об установлении предельно допустимого уровня риска: Декларация Российского научного общества анализа риска // Проблемы анализа риска. Т. 3, № 2. 2006. С. 162–168.
40. *Докукин М.Д., Анаев М.А. Беккиев М.Ю. и др.* Селевые потоки 14-15 августа 2017 г. в бассейне р. Герхожан-су (Центральный Кавказ): условия и причины формирования, динамика, последствия // В сб.: Селевые потоки, катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 5-й Международной конференции. Селевая ассоциация. Институт водного хозяйства им. Мирцхулава Грузинского технического университете. 2018. С. 317-320.
41. *Докукин М.Д., Савернюк Е.А., Калов Р.Х., Богаченко Е.М., Балахонская Е.А.* Массовый сход селей 21 мая 2014 г. в Кабардино-Балкарии и его последствия// Труды 4-й Международной конференции. Селевая ассоциация. 2016. С. 63-67.
42. *Докукин, М.Д., Черноморец С.С., Сейнова И.Б., Богаченко Е.М., Савернюк Е.А., Тутубалина О.В., Дробышев В.Н., Феоктистова И.Г., Михайлов В.О., Колычев А.Г.* О селях 2011 года на северном склоне Центрального Кавказа// ГеоРиск. № 2. 2013. С. 30.
43. *Евдокимов В.И.* Анализ рисков в чрезвычайных ситуациях в России в 2004–2013 гг.: монография / Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России. СПб.: Политехника сервис, 2015. 95 с.
44. *Елохин А.Н.* Анализ и управление риском: Теория и практика. М.: ООО «ПолиМедиа», 2002. 192 с.

45. *Заалишвили В.Б., Невская Н.И.* Геоэкологические аспекты эволюции природных и урбанизированных систем в условиях высокой сейсмической опасности (на примере Центральной части Кавказа). Владикавказ.: ЦГИ ВНИЦ РАН, 2014. 137 с.
46. *Залиханов М.Ч.* Кадастр лавинно-селевой опасности Северного Кавказа. Санкт-Петербург.: Гидрометеиздат. 2001. 112 с.
47. *Залиханов М.Ч.* Снежно-лавинный режим и перспективы освоения гор Северного Кавказа. Ростов на Дону. 1981. 376 с.
48. *Залиханов М.Ч.* Снежный режим и перспективы освоения гор Большого Кавказа. М. 2014. 611с.
49. *Залиханов М.Ч., Докшокова Т.Н., Купцова А.В., Чернавина В.Ю, Маремукова В.Д.*Кадастр лавинно-селевой опасности Северного Кавказа. Санкт-Петербург.: Изд. Гидрометеиздат. 2001. 112 с.
50. *Залиханов М.Ч., Разумов В.В., Стрешнева Н.П., Перекрест В.В.*Кадастр лавинно-селевой опасности Северного Кавказа / СПб.: Гидрометеиздат, 2001. 112 с.
51. *Запорожченко Э.В, Докукин М.Д.* Об угрозе разрушения Тырнаузского хвостохранилища на р. Гижгит в Кабардино-Балкарской республике // ГеоРиск. №1. 2019. С. 72-85.
52. *Запорожченко Э.В., Н.С. Каменев, К.В. Корилов, Н.Ю. Красных, А.С. Никулин.* Селевая обстановка в бассейне р. Булунгу-су - отражение опасностей и угроз, вызываемых климатическими изменениями в высокогорьях // Труды международной конференции Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Пятигорск. 2008. С.23.
53. *Запорожченко Э.В.* Сели бассейна р. Герхожан-су: история проявления, условия формирования, энергетические характеристики. Сборник научных трудов ОАО «Севкавгипроводхоз». Вып. 15. 2002. С.80-148.

54. *Запорожченко Э.В., Каменев Н.С.* Гляциологический фактор активизации селевых процессов на северном склоне Центрального Кавказа в начале XXI в. // Лёд и снег. №1 (113). 2011. С. 131-136.
55. *Запорожченко Э.В., Падня А.М.* Тырнаузское хвостохранилище на р. Гижгит в Кабардино-Балкарской республике: проблемы сохранности, устойчивости и экологического благополучия // Сборник трудов Северо-Кавказского института по проектированию водохозяйственного и мелиоративного строительства. Вып. 21. Пятигорск. 2015. С. 127-138.
56. *Зеркаль О.В.* Картирование оползневой и селевой опасностей при региональной оценке геологического риска (на примере Юго-Западного Таджикистана) // Проблемы снижения природных опасностей и рисков. Материалы Международной научно-практической конференции «ГЕОРИСК - 2012» М.: РУДН. Т. 1.2012. С. 73-84.
57. *Зеркаль О.В., Маркарьян В.В., Ваньков Д.А.* Методические рекомендации по составлению и ведению реестра наблюдательной сети мониторинга экзогенных геологических процессов. М. 2000, 27 с.
58. *Золотарёв Е.А., Поповнин В.В., Сейнова И.Б.* Режим ледника Каярты на Центральном Кавказе – активного селевого очага. Материалы гляциологических исследований. Вып. 43. 1982. С. 69-75.
59. *Ильичёв Ю.Г., Лурье П.М., Панов В.Д.* Гляциальные сели северного склона Большого Кавказа. Труды Всероссийской конференции по селям. Нальчик. 2003. С. 120.
60. *Иогансон В.Е., Черноус К.А.* Северный Кавказ. в кн. Сели в СССР и меры борьбы с ними. М.: Наука. 1964. 282 с. С. 22-51.
61. *Калов Р.О.* Рекреационная нагрузка на природу Кабардино - Балкарии // Природа. № 4.2004. С. 60-64.

62. Карта экзогенных геологических процессов России: Электронный ресурс. Режим доступа: <https://stylishbag.ru/10-foto/karta-ekzogennyh-geologicheskikh-processov-rossii-89-foto.html>.
63. Карты Кабардино-Балкарской Республики. База знаний: Карты. Институт Геоэкологии РАН.
[URL:http://hge.spbu.ru/mapgis/subekt/kaborda/kaborda.html](http://hge.spbu.ru/mapgis/subekt/kaborda/kaborda.html).
64. Керимов И.А., Заалишвили В.Б., Черкашин В.И. (ред.) // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Том IX. М.: ИИЕТ РАН, 2019. 547 с.
65. Ковалев П.В. О селевых явлениях в 1959 и 1960 гг. в бассейнах Чегема, Черека, Уруха и Баксана изд-во ХГУ отд. ВГО. Вып.1. 1961. С. 36-42.
66. Ковалев П.В. Селевые потоки на северном склоне Центрального Кавказа // Материалы V Всесоюзного совещания по изучению селевых потоков и мер борьбы с ними. Баку: изд. АН АзССР. 1962. С. 80-84.
67. Кондратьева Н.В., Аджиев А.Х., Беккиев М.Ю., Гяургиева М.М., Перов В.Ф., Разумов В.В., Сейнова И.Б., Хучунаева Л.В. База данных селевой опасности юга европейской части России. // ФГАНУ «Центр информационных технологий и систем органов исполнительной власти». Информационная карта РИД. № АААА-Г16-616022510023-8. 2016.
68. Кондратьева Н.В., Аджиев А.Х., Беккиев М.Ю., Гяургиева М.М., Перов В.Ф., Разумов В.В., Сейнова И.Б., Хучунаева Л.В. Кадастр селевой опасности юга европейской части России. М.: ООО «Феория»; Нальчик: Печатный двор. 2015. 148 с.
69. Кононова Н.К. Изменения циркуляции атмосферы Северного полушария в XX-XXI столетиях и их последствия для климата // Фундаментальная и прикладная климатология. № 1. 2015. С. 127-156.
70. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзерdzeевскому / отв. ред. А.Б. Шмакин.

- Прил. 1. Календарь последовательной смены ЭЦМ за 1899-2008 гг. Ин-т географии РАН. М.: 2009. 371 с. С. 219 – 328.
71. *Крестин Б.М., Мальнева И.В.* Активность оползневого и селевого процессов на территории Большого Сочи и ее изменения в начале XXI века // *Геоэкология*. №.1. 2015. С. 21- 29.
72. *Круподеров В.С.* Мониторинг экзогенных геологических процессов // *Природные опасности России*. Т. 3. 2002. С. 318-328.
73. *Круподеров В.С., Крестин Б.М., Мальнева И.В., Кононова Н.К., Барышева О.И.* Прогнозирование опасных экзогенных геологических процессов в районе строительства олимпийских объектов // *Проблемы снижения природных опасностей и рисков. Материалы Международной научно-практической конференции «ГЕОРИСК – 2012» Том 1*. М.: РУДН. 2012. С. 119-123.
74. *Крыленко И.В., Петраков Д.А., Тутубалина О.В., Черноморец С.С., Журавлева П.Г.* Динамика селевого бассейна р. Герхожан-су (Кабардино-Балкария) после катастрофы в июле 2000 года. Материалы гляциологических исследований. № 96. 2004. С. 159-166.
75. *Кюль Е.В.* Оползневая деятельность в бассейнах рек Чегем и Черек (Кабардино-Балкарская республика) // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. № 3(83), 2018. С. 35 – 47.
76. *Лопухова Н.В.* Материалы научно-практической конференции «Обеспечение безопасности жизнедеятельности населения и защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций». М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. 252 с.
77. *Мазур И.И., Разумов В.В. Перекрест В.В. Шевченко А.В. Разумова Н.В., Шаеин С.И., Собисевич А.Л.* Атлас природно-техногенных опасностей Кабардино-Балкарской Республики. М. 2005.
78. *Макиев Ю.Д.* Современные тенденции природных бедствий и развитие системы мониторинга бедствий катастроф в России // *Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования*. М.: Центр

- стратегических исследований гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Т.2. № 1. 2012. С. 64-69.
79. Максимов М.М., Шеко А.И. Методические рекомендации по проведению специального инженерно-геологического обследования и составлению карт районов, потенциально опасных и подверженных оползням, обвалам и другим экзогенным геологическим процессам (I редакция). М.: ВСЕГИНГЕО. 1979. 65 с.
80. Мальнева И.В. Прогнозирование современных геологических процессов на территории России и стран СНГ в начале XXI века // Геоэкология. Вып. 1. 2019. С. 87-98.
81. Мальнева И.В., Анаев М.А. Хаджиев М.М. Размещение хвостохранилищ горно-обогатительных фабрик на территории Северного Кавказа и экологический мониторинг на этой территории // Двадцатые Сергеевские чтения. Обращения с отходами: задачи геоэкологии и инженерной геологии: Материалы науч. конф. в рамках IX Международ. форума «Экология» 22 март. 2018 г. М.: Науч. совет РАН по проблемам геоэкологии, инж. геологии и гидрогеологии, ИГ РАН). 2018. С. 239-244.
82. Мальнева И.В., Докукин М.Д., Анаев М.А., Хаджиев М.М. Особенности погоды летом 2019 года на Северном Кавказе и проявления опасных геологических процессов. В сборнике: Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации докладов 15 Общероссийской научно-технической конференции и выставка изыскательских организаций. М., 2019. С 187-193.
83. Мальнева И.В., Кононова Н.К. Активность селей на территории России и ближнего зарубежья в XXI веке // Геориск. №4. 2012. С. 48-54.
84. Мальнева И.В., Кононова Н.К. Метеорологические условия формирования катастрофических селей в июле 2000 года в бассейне р.

- Герхожан-су и прогноз селевой опасности // Геологическое изучение и использование недр: Научн.-техн. информ. сб. Вып. 6. М.: ЗАО «Геоинформмарк. 2001. С. 75-81.
85. *Мальнева И.В., Кононова Н.К.* Районирование территории по совокупности и изменчивости быстроизменяющихся факторов для мониторинга экзогенных геологических процессов // Геологическое изучение и использование недр: Научн.-техн. информ. сборник. Вып. 6. М.: ЗАО «Геоинформмарк». 2001. С. 52 - 56.
86. *Мальнева И.В., Кононова Н.К., Хаджиев М.М.* Техногенное воздействие на развитие опасных геологических процессов на территории Северного Кавказа // Жизнь Земли. Т. 43, № 4. 2021. С. 437-450.
87. *Мальнева И.В., Сейнова И.Б.* Изучение режима селей, формирующихся на отвалах горных выработок // Изучение режима экзогенных геологических процессов в районах интенсивного хозяйственного освоения: Сб. науч. тр. / ВСЕГИНГЕО. М., 1988. С. 84-88.
88. *Мальнева И.В., Черкесов А.А.* Особенности космической погоды и метеорологических условий в Приэльбрусье летом 2019 года и проявление опасных природных процессов. // Пятнадцатая конференция «Физика плазмы в солнечной системе»: Сб. тез. докл. 12–14 фев. 2020 г. М.: ИКИ РАН. 2020. С. 234.
89. *Мальнева И.В., Анаев М.А., Хаджиев М.М.* Анализ метеорологических условий для прогноза развития склоновых процессов в бассейне р. Гижгит в Кабардино-Балкарии// Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации: Общероссийская научно-техническая конференция и выставка изыскательских организаций. М., 2018. С. 187-193.
90. *Молчанов Э.Н.* Атлас Кабардино-Балкарской Республики. Новосибирск, Роскартография, 1997. 43 с.
91. *Мягков С.М.* География природного риска. М.: Изд. МГУ, 1995. 223 с.

92. *Неровных А.Н. Заворотный А.Г., Бутенко В.М., Сарычев В.В., Резниченко С.А.* Опасные природные процессы: учеб. пособие. М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. 306 с.
93. *Олейников А.Д.* Зимы наибольшей лавинной опасности в Приэльбрусье // Материалы гляциолог. иссл. Вып. 64. 1988. С. 106-110.
94. Организация опорной наблюдательной сети для изучения режима экзогенных геологических процессов // Научно-технический информационный сборник. М.: АОЗТ «Геоинформмарк». Вып. 1. 1997. С. 35-40.
95. *Осипов В. И., Шойгу С. К., Анисимова Н.Г. и др.* Природные опасности России. Т.3. Экзогенные геологические опасности. М.: Изд-во «КРУК», 2002. 345 с.
96. *Осипов В.И.* Природные катастрофы: анализ развития и пути минимизации последствий // Проблемы анализа риска. Т. 12. 2015. С. 84-93.
97. *Осипов В.И., Шойгу С.К., Владимиров В.А., Воробьев Ю.Л.* Природные опасности России. Том 1. Природные опасности и общество. М.: Изд. фирма «Крук». 2002. 345 с.
98. Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (с изменениями и дополнениями от 17.05.2017 N 574). [URL:http://base.garant.ru/186620/](http://base.garant.ru/186620/)
99. Природные опасности России. Т. 6. Оценка и управление природными рисками /Отв. Ред. А.Л.Рагозин. М.: Изд-во «КРУК», 2003. 320 с.
100. Прогноз развития экзогенных геологических процессов по территории Российской Федерации на 2023г. / Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидроспецгеология»; Центр государственного мониторинга состояния недр и региональных работ. М., 2022. 85с. Электронный ресурс. Режим

доступа: <https://specgeo.ru/upload/iblock/f42/vzgjcodxkfe6xd8i3yfc5t7e5d2a4fvp.pdf>

101. *Пуреховский А.Ж., Гуня А.Н., Колбовский Е.Ю.* Динамика высокогорных ландшафтов Северного Кавказа по данным дистанционного зондирования в 2000-2020 гг. // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. Т. 16. № 2. 2022. С. 72-84.
102. *Пучков В.А.* Современные системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций. М.: ФКУ ЦСИ ГЗ МЧС России, 2013. 352 с.
103. *Разумов В.В.* Географические аспекты изучения потенциальных источников чрезвычайных ситуаций природного, техногенного, военного и биологического характера (на примере республик Северного Кавказа). Автореф. дис. доктора географических наук: 25.00.23. Нальчик. 2002. 44с.
104. *Разумов В.В., Аджиев А.Х., Разумова Н.В., Кондратьева Н.В., Глушко А.Я., Шагин С.И.* Опасные природные процессы Северного Кавказа. М.: ООО «Феория», 2013. 319 с.
105. *Разумов В.В., Богданов М.И., Колесова Н.Д., Разумова Н.В.* Масштабы распространения и активность проявления оползневых процессов в Кабардино-Балкарской Республике // Геориск. №1. 2019. С. 38 - 56.
106. *Разумов В.В., Перекрест В.В., Стрешнева Н.П., Кюль Е.В.* Атлас природных опасностей и стихийных бедствий Кабардино-Балкарской Республики. 2000.
107. *Разумов В.В., Разумова Н.В., Аджиев А.Х., Колычев А.Г., Кондратьева Н.В.* Синергетические природно-техногенные катастрофы на юге европейской части России // Геориск. №1. 2016. С. 42-49.
108. *Разумов В.В., Перекрест В.В., Кюль Е.В и др.* Атлас природных опасностей и стихийных бедствий Кабардино-Балкарской Республики. СПб.: Гидрометеиздат, 2000. 66 с.

109. *Разумов В.В., Стрешнева Н.П., Перекрест В.В. и др.* Кадастр лавинно-селевой опасности Кабардино-Балкарской Республики. СПб.: Изд. Гидрометеоздат, 2001. 64с.
110. *Сейнова И.Б., Золотарев Е.А.* Ледники и сели Приэльбрусья. (Эволюция оледенения и селевой активности). М.: Научный мир, 2001.
111. *Сейнова И.Б., Рубцов Е.А.* Причины селевой активности в бассейне р. Герхожансу. Труды ГГИ. Вып. 141. 1967. С. 121-126.
112. Современная эволюция ледниковых озер в Приэльбрусье (Центральный Кавказ. Россия)/Материалы международной конференции 16-18 2009г. Бишкек, 2009.
113. *Соколов Ю.И.* Проблемы рисков современного общества // Проблемы анализа риска. Т. 13. №2.2016. С. 6-23.
114. *Спектор С.В., Маркарьян В.В.* Отчётные материалы. Анализ современного состояния системы Государственного мониторинга состояния недр с целью разработки программы её совершенствования и модернизации. М.: «Гидроспецгеология». 2006. 96 с.
115. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Ч. IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Л.: Гидрометеоздат, 1968. 356с.
116. *Стогний В.В., Стогний Г.А., Волкова Т.А., Любимова Т.В., Николаева А.В., Заалишвили В.Б.* Геоэкологические риски Северо-Западного Кавказа и их оценка. Коллективная монография: Опасные природные и техногенные процессы в горных регионах: модели, системы, технологии. Владикавказ: ГФИ ВНЦ РАН, 2019. С. 768–772.
117. Трансформация горных экосистем Большого Кавказа под влиянием хозяйственной деятельности: [Сб. ст.] / АН СССР, Ин-т географии; [Отв. ред. В. М. Котляков, А. В. Яшина]. – М.: ИГ, 1987. - 160,[1] с.
118. *Тушинский Г.К.* Ледники, снежники и лавины Советского Союза. Государственное издание географической литературы. М., 1963. С. 89-91.

119. *Тушинский Г.К., Попов А.И., Голубев Г.Н., Мудров Ю.В., Тумель Н.В.* Опыт изучения гляциальных селей Большого Кавказа (на примере реки Герхожан-су бассейна реки Баксан). Информационный сборник о работах по Международному геофизическому году. №13. 1966. С.5-106.
120. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 г. № 68 - ФЗ.
URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/
121. *Флейшман С.М., Перов В.Ф.* Сели. М.: Изд. МГУ. 1986. 126 с.
122. *Хаджиев М.М.* Оценка селевой опасности района г. Тырнауза. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. Нальчик. 2005. 24 с.
123. *Черноморец С.С.* Селевые очаги до и после катастроф. Научный мир. М. 2005. 180 с.
124. *Черноморец С.С., Петраков Д.А., Алейников А.А., Беккиев М.Ю., Висхаджиева К.С., Докукин М.Д., Калов Р.Х., Кидяева В.М., Крыленко В.В., Крыленко И.В., Крыленко И.Н., Рец Е.П., Савернюк Е.А., Смирнов А.М.* Прорыв озера Башкара (Центральный Кавказ, Россия) 1 сентября 2017 года // Криосфера Земли. Т. 22. № 2. 2018. С. 70-80.
125. *Черноморец С.С., Петраков Д.А., Тутубалина О.В., Сейнова И.Б., Крыленко И.Н.* Прорыв ледникового озера на северо-восточном склоне Эльбруса 11 августа 2006 г. Прогноз, события и последствия. Экспресс - информация // Материалы гляциологических исследований. №.102. 2007. С. 219-223.
126. *Шагин С.И.* Пространственная структура потенциальных источников чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на территории Южного федерального округа России. Автореф. дис. д. геогр. наук. Астрахань, 2010. 44 с.

127. *Шеко А.И.* Закономерности формирования и прогноз селей. М.: Недра, 1980. 296 с.
128. *Шеко А.И., Круподеров В.С., Дьяконова В.И.* Методические рекомендации по организации и ведению государственного мониторинга экзогенных геологических процессов. М.: ВСЕГИНГЕО. 1997. 39 с.
129. *Шеко А.И., Круподеров В.С., Максимов М.М.* Карта экзогенных геологических процессов России. Масштаб 1:2 500 000. Пояснительная записка. М.: ВСЕГИНГЕО. 2001. 110 с.
130. *Шеко А.И., Круподеров В.С., Максимов М.М.* Карта экзогенных геологических процессов России. Масштаб 1:2500 000. М.: ВСЕГИНГЕО, 2000.
131. *Шеко А.И., Круподерова В.С.* Методы долговременных региональных прогнозов экзогенных геологических процессов. М.: Недра. 1984. 167 с.
132. *Шугунов Л.Ж., Шугунов Т.Л., Калов Х.М.* Особенности климатических зон КБР и возможности регулирования осадков. Нальчик: КБГСХА, 2006. 226 с.

Фондовая литература

133. Атлас Приэльбрусья. М.: МГУ, географический факультет. 1992 (не опубликован).
134. *Гонсировский Д.Г.* Составление инженерно-геологических карт районирования горной части Северного Кавказа по условиям развития экзогенных геологических процессов в масштабе 1:200000. М.: Росгеолфонд. 1982.
135. *Гонсировский Д.Г., Копецкая Л.Н., Ломакина В.Г.* Карта типологического и оценочного инженерно-геологического районирования Северного Кавказа: 1980: [на 8 листах] / утв. гидрогеологической секцией Научно-редакционного совета Мин.

- геологии СССР при ВСЕГИНГЕО 23 окт. 1981; авт.: Л.: ВСЕГЕИ, 1985.
- 69 с.
136. *Докукин М.Д.* Отчет о специализированной комплексной съемке м-ба 1:50000 в средней части долины р. Баксан за 1978-1980 гг. с приложениями. Ессентуки. 1980.
137. Отчет о научно-исследовательской работе по базовому проекту 2М1 - 09 «Составить пространственно-временные прогнозы активизации экзогенных геологических процессов для территорий их интенсивного проявления». ВСЕГИНГЕО, п. Зеленый. 2007. 210 с.
138. Отчет по базовому проекту 07-Н1-04 «Разработать рекомендации по формированию и реализации государственной политики в области прогноза опасных геологических процессов и явлений. М.: ВСЕГИНГЕО. п. Зелёный. 2008. 868 с.
139. *Рябов Н.С., Диковский А.Л., Харченко М.Ю., и др.* Изучение режима экзогенных геологических процессов на территории КМВ, Карачаево-Черкесии, Кабардино – Балкарии и Чечено-Ингушетии. 1992. Кисловодск. 1992. 574 л.
140. *Стрешнева Н.П.* Отчет по инженерно-геологическому обследованию территории КБАССР, СО АССР и КЧ АО за 1972-1975 гг. СКГТ, Кабардино-Балкарская КГЭ. Нальчик, 1976. 638 л.
141. *Супруненко Ю.П.* Горы зовут ... (Горно-рекреационное природопользование). М.: Тривант, 2003. 368 с.
142. *Файнер Ю.Б., Черных В.И., Копнин В.Ф.* Отчет о работах по изучению условий развития и режима активизации экзогенных геологических процессов в горной части КБАССР, СОАССР, ЧИАССР и Карачаево-Черкесской АО в 1979-1982 гг. Росгеолфонд. 1984.
143. *Чекрыгина С.Н., Молодых Ив.И., Тихоненков Ю.Э., и др.* Создание современной инженерно-геологической карты территории Российской Федерации масштаба 1:2500000. Госконтракт № АМ.02. Росгеолфонд.

2010 г.1251 л., 4 кн., 13 м.н.:Геологический отчет.ТЭД, ТЭО, ТЭС. М., 2010.1251л.

Зарубежная литература

144. Aleinikova A.M., Gaivoron N.V., Marsheva G.M. Mainasheva Risk analysis of mudflows in the Central Caucasus // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. Vol. 579. №.1. 2020.
145. Allen S.K., Linsbauer A., Randhawa S.S., Huggel C., Rana P. and Kumari A. Glacial lake outburst flood risk in Himachal Pradesh, India: an integrative and anticipatory approach considering current and future threats // Natural Hazards. 2016. Vol. 84(3). pp. 1741–1763. doi: 10.1007/s11069-016-2511-x.
146. Berkes F., Colding J., Folke C. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management // Ecological Applications. Vol. 10. No. 5. 2000. pp. 1251-1262.
147. British Columbia Ministry of Transport. RPAS Aerial Data Collection and Analysis for Avalanche Hazard Management. Technical Report Final, July 28, Quest University. 2020.
148. Bronfman N.C., Cisternas P.C., Repetto P.B., Castañeda J.V., Guic E. Understanding the relationship between direct experience and risk perception of natural hazards // Risk Analysis. Vol. 40. №10. 2020. pp. 2057–2070. <https://doi.org/10.1111/risa.13526>.
149. Carey M., Huggel C., Bury J., Portocarrero C., Haeberli W. An integrated socio-environmental framework for glacier hazard management and climate change adaptation: lessons from Lake 513, Cordillera Blanca, Peru // Climatic Change. Vol. 112.2012. pp. 733–767.
150. Carrivick J.L., Tweed F.S. A global assessment of the societal impacts of glacier outburst floods //Global and Planetary Change. Vol. 144. 2016. pp. 1-16. doi:10.1016/j. gloplacha.2016.07.001.

151. Cruden D.M., Varnes D.J. Landslide types and processes, Landslides: investigation and mitigation //Transportation research board special report. №247.1996. pp. 36-75.
152. Dowling C.A., Santi P.M. Debris flows and their toll on human life: a global analysis of debris-flow fatalities from 1950 to 2011 //Natural Hazards. Vol. 71. 2014. pp. 203-227.
153. Duvillard P.A., Ravanel L., Deline P. Risk assessment of infrastructure destabilisation due to global warming in the high French Alps // //Journal of Alpine Research| Revue de géographie alpine. №.103-2. 2015. doi:10.4000/rga.2896
154. Ekawati J., Hardiman G., Pandelaki E.E. Analysis of GIS-Based Disaster Risk and Land Use Changes in The Impacted Area of Mudflow Disaster Lapindo // The 1st International Conference on Urban Design and Planning (IOP Publishing). Vol. 409. №.1. 2020. pp. 1-12.
155. European Avalanche Warning Services: Avalanche Danger Scale, <https://www.avalanches.org/education/avalanche-dangerscale/>, last access: 24 July.2022.
156. Fiebiger G. Gefahrenz on enplanung in Österreich., Wildbach und Lawinen verbau. Vol. 61. 1997. pp. 121–133.
157. García R., López J.L., Noya M., Bello M.E., Bello M.T., González N., Chang S.Y., Paredes G., Vivas M.I., O'Brien J.S. Hazard mapping for debris-flow events debris flows and warning road traffic at in the alluvial fans of northern Venezuela bridges susceptible to debris-flow // Debris-Flow Hazards Mitigation, Millpress, Rotterdam. 2003. pp. 589–599.
158. Harris C. Climate Change, Mountain Permafrost Degradation and Geotechnical Hazard // Global Change and Mountain Regions: An Overview of Current Knowledge. 2005. pp. 215–224.
159. Harrison X.A., Donaldson L., Correa-Cano M.E., Evans J., Fisher D.N., Goodwin C.E., Robinson B.S., Hodgson D.J., Inger R. A brief introduction

- to mixed effects modelling and multi-model inference in ecology // Peer J. Vol. 6. 2018. pp.e4794. <https://doi.org/10.7717/peerj.4794>.
160. Huggel C., Clague J.J., Korup O. Is climate change responsible for changing landslide activity in high mountains? // *Earth Surface Processes and Landforms*. Vol. 37(1). 2012. pp. 77–91.
 161. Huggel C., Haeberli W., Käab A., Bieri D., Richardson S. An assessment procedure for glacial hazards in the Swiss Alps // *Canadian Geotechnical Journal*. Vol. 41. №.6. 2004. pp. 1068-1083.
 162. Huggel C., Käab A., Haeberli W., Teyssie P., Paul F. Remote sensing based assessment of hazards from glacier lake outbursts: a case study in the Swiss Alps // *Canadian Geotechnical Journal*. Vol. 39. №.2. 2002. pp. 316-330.
 163. Hungr O. A model for the runout analysis of rapid flow slides, debris flows, and avalanches // *Canadian geotechnical journal*. Vol. 32. №.4. 1995. pp.610-623. doi: 10.1139/t95-063.
 164. Hungr O., Evans S.G., Bovis M.J., Hutchinson J.N. A review of the classification of landslides of the flow type // *Environmental and Engineering Geoscience*. Vol. VII(3). 2002. pp. 221-238.
 165. Hürlimann M., Copons R., Altimir J. Detailed debris flow hazard assessment in Andorra: A multidisciplinary approach // *Geomorphology*. Vol. 78. №.3-4. 2006. pp. 359-372. doi:10.1016/j. geomorph.
 166. Johannesson T., Gauer P., Issler D., Lied K. The Design of Avalanche Protection Dams, Recent Practical and Theoretical Developments // European Commission, Directorate General for Research, 2008.
 167. Jones J.N., Boulton S.J., Bennett G.L., Stokes M. Temporal variations in landslide distributions following extreme events: Implications for landslide susceptibility modeling // *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*. Vol. 126. №.7. 2021. pp. e2021JF006067.
 168. Kattel P., Khattri K., Pokhrel P., Kafle J., Tuladhar B., Pudasaini S. Simulating glacial lake outburst floods with a two phase mass flow model // *Annals of Glaciology*. Vol. 57. 2016. pp. 349–358.

169. Kure S., Jang S., Ohara N., Kavvas M.L., Chen Z.Q. Hydrologic impact of regional climate change for the snowfed and glacierfed river basins in the Republic of Tajikistan: hydrological response of flow to climate change // *Hydrological Processes*. Vol. 7. 2013. pp. 4057–4070.
170. Lundgren R.E., McMakin A.H. *Risk Communication: A Handbook for Communicating Environmental, Safety, and Health Risks*. 6th Edition., John Wiley & Sons, Inc. 2018. 544 p.
171. McCormack, E., Vaa, T., & Håland, G. (Evaluating Unmanned Aircraft Systems for Snow Avalanche Monitoring in Winter Weather and in Mountainous Terrain (No. 17-00134).2017.
172. McCormack E., Vaa T. Testing unmanned aircraft for roadside snow avalanche monitoring//*Transportation research record*. Vol. 2673. №.2. 2019. pp. 94-103.
173. Miller A., Sirguyev P., Morris S. et al. The impact of terrain model source and resolution on snow avalanche modeling // *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2022. Vol. 22. №.8. pp. 2673-2701. <https://doi.org/10.5194/nhess-22-2673-2022>.
174. Morgan, A., Haegeli, P., Finn, H., and Mair, P. A user perspective on the avalanche danger scale – Insights from North America, *EGUsphere* [preprint], <https://doi.org/10.5194/egusphere-2022-764>,
175. Nosenko G.A., Khromova T.E., Rototaeva O.V., Shakhgedanova M.V. The reaction of the glaciers of the Central Caucasus in 2001–2010 On changes in temperature and precipitation // *Ice and snow*. Vol. 1. 2013. pp. 26–33.
176. O'Brien J.S., Julien P.Y. Laboratory analysis of mudflow properties // *Journal of hydraulic engineering*. Vol.114. 1988. №.8. pp. 877-887.
177. O'Brien J.S., Julien P.Y., Fullerton W.T. Two-dimensional water flood and mudflow simulation // *Journal of hydraulic engineering*. Vol. 119. №.2.1993. pp. 244-261.
178. Perov V.F., Budarina O.I., Sidorova T.L, Seinova I.B. *Map of mudflow basins of the North Caucasus*. Moscow: MSU publishing. 2012.

179. Pudasaini S. P., Krautblatter M. A two-phase mechanical model for rock-ice avalanches //Journal of Geophysical Research: Earth Surface. Vol. 119. №.10.2014. pp. 2272-2290.
180. Raetzo H., Lateltin O., Bollinger D., Tripet J.P. Hazard assessment in Switzerland - Codes of Practice for mass movements //Bulletin of Engineering Geology and the Environment. Vol. 61. 2002. pp. 263-268.
181. Richardson S.D., Reynolds J.M. An overview of glacial hazards in the Himalayas //Quaternary International. Vol. 65. 2000. pp. 31-47.
182. Sawyer D.E., Flemings P.B., Buttles J., Mohrig D. Mudflow transport behavior and deposit morphology: Role of shear stress to yield strength ratio in subaqueous experiments // Marine Geology. Vol. 307–310. 2012. Pp. 28–39. doi: 10.1016/j.margeo.2012.01.009.
183. Schneuwly-Bollschweiler M., Stoffel M. Hydrometeorological triggers of periglacial debris flows in the Zermatt valley (Switzerland) since 1864 //Journal of Geophysical Research: Earth Surface. Vol. 117. №F2. 2012. doi:10.1029/2011JF002262.
184. Schweizer J., Mitterer C., Reuter B., Techel F. Avalanche danger level characteristics from field observations of snow instability //The Cryosphere. Vol. 15. №7. 2021. Pp. 3293-3315. <https://doi.org/10.5194/tc-15-3293-2021>, 2021.
185. Seneviratne S.I., Nicholls N., Easterling D. et al. Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment// Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Cambridge University Press, Cambridge. 2012. Pp. 109-230.
186. Statham G., Haegeli P., Greene E., Birkeland K., Israelson C., Tremper B., Stethem C., McMahon B., White B., Kelly J. A conceptual model of avalanche hazard //Natural Hazards. Vol. 90. 2018. Pp. 663–691. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-3070-5>.
187. Temme A.J. A.M. Using Climber's guidebooks to assess rock fall patterns over large spatial and decadal temporal scales: An example from the Swiss

- Alps //Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography Vol. 97.. 2015. №4. pp.793-807. doi:10.1111/geoa.12116
188. Tobler D., Kull I., Jacquemart M., Haehlen N. Hazard Management in a Debris Flow Affected Area: Case Study from Spreitgraben, Switzerland // Landslide Science for a Safer Geoenvironment: Targeted Landslides. Springer International Publishing. Vol. 3. 2014. Pp. 25-30.
189. Wang X., Tolksdorf V., Otto M., Scherer D. WRF-based dynamical downscaling of ERA5 reanalysis data for High Mountain Asia: Towards a new version of the High Asia Refined analysis //International Journal of Climatology. Vol. 41. №1. 2021. Pp. 743-762. <https://doi.org/10.1002/joc.6686>
190. Widjaja B., Andriani D., Sutisna R.A. et al. Alternative way for determination of yields stress as rheology parameter for mudflow//Int. J. Comput. Civ. Struct. Eng. Vol. 2. №2. 2015. Pp. 4-7.
191. Widjaja B., Lee S. H.H. Flow box test for viscosity of soil in plastic and viscous liquid states //Soils and Foundations. Vol. 53. №1. 2013. Pp. 35-46.
192. Winkler K., Schmudlach G., Degraeuwe B., Techel F. On the correlation between the forecast avalanche danger and avalanche risk taken by backcountry skiers in Switzerland //Cold Regions Science and Technology. Vol.188. 2021. pp.103299. <https://doi.org/10.1016/j.>
193. Wu Y. P., Tang H. M., Ge X. R. Application of BP model to landslide hazard risk prediction //Yantu Lixue (Rock Soil Mech.). Vol. 26. №9. 2005. Pp. 1409-1413.
194. Yatagai A., Kamiguchi K., Arakawa O., Hamada A., Yasutomi N., Kitoh A. Aphrodite constructing a long-term daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges //Bulletin of the American Meteorological Society. Vol. 93. 2012. Pp. 1401–1415. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00122.1>

195. Yu Zhuang, Xu Q., Xing A., Bilal M., Raj GnyawaliK. Catastrophic air blasts triggered by large ice/rock avalanches//Landslides. Vol. 20. 2023. №1. pp.53-64. DOI 10.1007/s10346-022-01967-8.26
196. Yuan B., Chen W., Tang Y., Li J., Yang, Q. Experimental study on gully-shaped mud flow in the loess area //Environmental Earth Sciences. Vol. 74. 2015. Pp. 759-769. doi:10.1007/s12665-015-4080-9
197. Zhuang J. Q., Peng J.B., Zhang L.Y. Risk assessment and prediction of the shallow landslide at different precipitation in loess plateau //Journal of Jilin University (Earth Science Edition). Vol. 43. №3. 2013. Pp.867-876.