

*На правах рукописи*



**КЮЛЬ ЕЛЕНА ВЛАДИМИРОВНА**

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОПАСНЫХ  
ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ГОРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ СЕВЕРНОГО  
СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА**

Специальность –1.6.21. Геоэкология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора географических наук

Нальчик – 2025

Работа выполнена в Центре географических исследований  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»

**Официальные  
оппоненты:**

**Погорелов Анатолий Валерьевич,**  
доктор географических наук, профессор,  
Кубанский государственный университет, профессор

**Черных Дмитрий Владимирович,**  
доктор географических наук, доцент,  
Институт водных и экологических проблем СО РАН,  
главный научный сотрудник

**Шихов Андрей Николаевич,**  
доктор географических наук, доцент,  
Пермский государственный национальный университет,  
профессор

Защита диссертации состоится **02 октября 2025 г. в 15:00** на заседании диссертационного совета ЮФУ801.01.11 по географическим наукам на базе Института наук о Земле Южного федерального университета по адресу: 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 40, к. 201 (202).

С диссертацией можно ознакомиться в Зональной научной библиотеке им. Ю.А. Жданова Южного федерального университета по адресу: 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Р. Зорге, 21Ж и на сайте Южного федерального университета <https://hub.sfedu.ru/diss/show/1339810/>

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

Отзыв на автореферат в 2-х экз. (с указанием даты, полностью ФИО, учёной степени со специальностью, звания, организации, подразделения, должности, адреса, телефона, e-mail), заверенный печатью организации, просим направлять по адресу: 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 40, к. 208, ученому секретарю диссертационного совета ЮФУ801.01.11 Решетняк О.С., а также в формате pdf на e-mail: [osreshetnyak@sfedu.ru](mailto:osreshetnyak@sfedu.ru) (до отправки по почте).

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Решетняк Ольга Сергеевна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Горные ландшафты характеризуются тем, что опасные природные процессы (ОПП), широко развитые на горных территориях, накладывают заметный отпечаток как на развитие самих ландшафтов, так и на хозяйственную деятельность, осуществляющуюся в пределах этих ландшафтов. В результате деятельности ОПП ландшафты трансформируются вплоть до образования новых природных комплексов, например, лавинных (ПЛК). Данные комплексы очень чутко реагируют на малейшее антропогенное воздействие. И это приводит, в дальнейшем, к дестабилизации геоэкологической обстановки и активизации ОПП. При этом многие территории становятся непригодными полностью или частично (при применении мер борьбы с ОПП) для хозяйственной деятельности.

**Актуальность проблемы исследования.** При освоении горных территорий и, в частности, северного склона Большого Кавказа, в хозяйственное пользование вовлекаются регионы, где распространены ОПП. При этом наблюдается перестройка хозяйственного комплекса с ресурсосберегающего (традиционное землепользование) на ресурсозатратный (рекреационная деятельность и др.) Это влечёт за собой активизацию ОПП, что, в свою очередь, приводит к деградации природной среды, уменьшению пригодных для хозяйственного освоения земель и увеличению финансовых затрат на мероприятия по борьбе с ОПП.

Геоэкологическая оценка влияния ОПП на горные ландшафты заключается в изучении взаимодействия природной среды с её географической и хозяйственной составляющими. Данное исследование выполнено в рамках классического понимания понятия «геоэкология» – ландшафтной экологии (Хрусталёв, 2000) и посвящено одной из интересных, но недостаточно изученных проблем – проблеме трансформации горных ландшафтов ОПП с учётом освоенности.

Так как от степени трансформации горных ландшафтов зависит безопасность и устойчивость ландшафтов, а значит и безопасность народно-хозяйственных объектов (НХО) и населения, то проблема оценки влияния ОПП на горные ландшафты является, во многом, первоочередной. Об этом свидетельствует и множество федеральных программ, принятых Правительством РФ, в т.ч. и по Северному Кавказу, за последние десятилетия, например, Федеральная программа по развитию туризма на Северном Кавказе; Федеральная целевая программа «Развитие района Приэльбрусья Кабардино - Балкарской Республики как международного центра туризма, альпинизма и горнолыжного спорта» и др. В соответствии с данными программами именно в высокогорных районах с широким развитием ОПП реконструируется и строится ряд рекреационных, в первую очередь, горнолыжных объектов в административных субъектах Северо – Кавказского Федерального Округа (СКФО), что многократно увеличивает природную, в т. ч. лавинную и селевую опасность горной территории. Поэтому вопросы влияния ОПП, в частности, на безопасность и устойчивость ландшафтов, становятся приоритетными на настоящий момент времени.

**Степень разработанности темы исследования.** В настоящее время работы по изучению ОПП, в частности, на Большом Кавказе проводятся, в основном, в рамках выполнения научно - исследовательских тем и грантов.

Результаты исследований отражены, в частности, в научных публикациях и диссертациях, например в (Шагин, 2005 и др.), а также в ряде справочников, словарей (Котляков и др., География: понятия..., 2007; Перов, Селевые явления..., 1996; Словарь терминов МЧС, 2010) и картографических работах таких, как АСЛРМ (1997), цифровые ресурс «Снежные лавины России» (2010) и Атлас «Снег и лёд на Земле» (2015), Кадастр селевой опасности юга европейской части России (2015). Автором совместно с другими исследователями в 2000 – 2001 гг. выпущены Атлас природных опасностей Кабардино-Балкарской Республики (КБР), Кадастры лавинно - селевой опасности КБР и Северного Кавказа, где собраны материалы по ОПП за последние 50 – 100 лет (Кюль, К вопросу об оценке..., 2016). К сожалению, подобные работы, вышедшие позднее, в основном, дублируют материалы, опубликованные в вышеперечисленных работах 2000 - х годов.

Масштабные же мониторинговые работы по изучению ОПП на территории б. Советского Союза и в т. ч. на северном склоне Большого Кавказа проводились различными ведомствами последний раз в 70 – 90 - е гг. XX столетия. Что касается экзогенных геологических процессов (ЭГП) таких, как оползни, обвалы, осыпи и др., то инженерный мониторинг осуществлялся в ходе проведения геологических работ, в частности, геологической съёмки М 1:200000, которые, в основном, были закончены в 80 - е гг. XX столетия. Были созданы геологические и, в т.ч. инженерно - геологические карты с интенсивностью проявления ЭГП на территорию Северного Кавказа, в частности, селевые (Составление карт...,1993), с изучением которых наблюдается наиболее сложная ситуация, т. к. оно осуществлялось несколькими ведомствами (Росгидромет, Министерство геологии и др.).

В настоящее время из - за резко меняющегося характера землепользования и изменения природно - климатических условий назрела необходимость в проведении повторных масштабных работ по оценке влияния ОПП на ландшафты по ряду причин: 1) существующие нормативные документы и картографический материал устарели и нуждаются в обновлении; 2) поменялся подход к выделению опасных территорий; 3) за последний период времени в ряде регионов РФ произошла значительная трансформация ландшафтов, в т.ч. и на Северном Кавказе . При этом наблюдается тенденция к расширению опасных площадей и, как следствие, увеличению геоэкологических последствий от ОПП (ущерб и т.н. природный риск). Поэтому проведение ежегодных мониторинговых работ по проблеме исследования для уточнения данных по ОПП и анализа состояния природной среды становится насущной и приоритетной задачей, особенно во вновь осваиваемых районах.

**Цели исследования:** геоэкологическая оценка степени влияния ОПП на трансформацию горных ландшафтов северного склона Большого Кавказа и разработка по результатам оценки стратегии безопасного освоения и развития конкретного горного региона (на примере Южного Приэльбрусья).

**Основные задачи исследования:**

1. Определить основные принципы, методы и способы оценки влияния ОПП на горные ландшафты; выделить этапы оценки на основе разработанных принципов и сформированного терминологического запаса.

2. Разработать по стадиям опасного процесса методики оценки подверженности ОПП горной территории с учётом изученности и типов землепользования по комплексу природно - климатических условий; лавинной активности с учётом геоморфологической и климатической поражённости территории ОПП и снежности; лавинной потенциальной и фактической, в т. ч. комплексной опасности, на основе ландшафтно - геоморфологического анализа с учётом региональных физико - географических особенностей региона; лавинной и комплексной потенциальной безопасности с учётом комплекса мер борьбы с ОПП.

3. Разработать методику геоэкологического мониторинга ОПП на основе данных инвентаризации и паспортизации, полученных по результатам оценки влияния ОПП на горные ландшафты для построения научно обоснованной мониторинговой сети наблюдений ОПП.

4. Разработать и составить комплект цифровых разномасштабных специализированных карт (подверженности, активности, опасности и безопасности) с набором вспомогательных карт - схем (изученности, освоённости, поражённости, снежности и др.), характеризующих сам опасный процесс, и геоэкологических карт (трансформации ландшафтов как в целом, так и по компонентам), учитывающих последствия опасного процесса.

5. Провести по результатам картографирования районирование по подверженности и природной (лавинной) активности ОПП, а также природной (лавинной и селевой) опасности и потенциальной безопасности с учётом сопутствующих ОПП исследуемой территории на различных уровнях (от всего северного склона и его части до административного субъекта и его части.)

6. Определить степень трансформации горных ландшафтов опасными процессами с учётом освоённости в геосистемах с различными типами землепользования при помощи системного методологического подхода и выработать по результатам апробации стратегию безопасного освоения и развития конкретного горного региона (на примере Южного Приэльбрусья и Административного округа города Тырнауза).

**Объекты исследования.** В работе предложена система разноуровневых объектов исследования по 2 - м категориям: 1) физико - географические объекты (горные страны, например, Кавказ; отдельные части горных стран, например, северный склон Кавказа и его центральная часть, Центральный Кавказ; основной речной бассейн, речной бассейн разного порядка – бассейн лавинообразования и отдельная часть речного бассейна, например, бассейн р. Баксан, верховья); 2) социально - экономические объекты (страны, федеральные округа и отдельные субъекты страны, края и республики, например, Российская Федерация, Северо - Кавказский Федеральный Округ, Кабардино - Балкарская Республика, Эльбрусский район, Административный округ города Тырнауза) (Кюль, К вопросу об оценке..., 2016).

**Предмет исследования:** влияние деятельности опасных процессов на изменение горных ландшафтов. При этом используется максимальный комплекс ОПП с выделением таких типов, как ведущий тип ОПП на данный момент времени, оказывающий наибольшее воздействие на ландшафт (снежные лавины и сели), основные (оползни, обвалы и осыпи) и дополнительные (эндогенные типы, такие, как сейсмичность, тектоника, землетрясения и др.; экзогенные типы такие, как эрозия, карст, просадки и др.; метеорологические типы, такие, как ливни, перепады температуры и др.) типы ОПП.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Системный геоэкологический подход к решению проблемы исследования позволяет поэтапно (от стадии образования процесса до стадии проявления в ландшафте и борьбы с опасным процессом) при помощи цифрового картографирования и районирования оценить степень трансформации горных ландшафтов ОПП с учётом освоенности и изменения климата на любой горной территории с учётом региональных особенностей.

2. Характер распределения различных типов опасных процессов по площади, определённый при картографировании и районировании подверженности ОПП северного склона Большого Кавказа ОПП напрямую зависит от комплекса природно - климатических условий и выявляет с учётом типов землепользования регионы с благоприятными условиями для образования ОПП (наиболее подвержен ОПП Центральный Кавказ с ведущим типом – снежными лавинами)

3. Степень лавинной активности, определённая при картографировании и районировании природной активности северного склона Центрального Кавказа, выявляет прямую зависимость геоморфологических и климатических особенностей территории от комплекса факторов образования ОПП и позволяет определить регионы, требующие разработки специальных противолавинных мер (наиболее высокая активность снежных лавин отмечена в Кабардино – Балкарской Республике, где в отличие от Республики Северная Осетия - Алания, при уменьшении площади лавиноактивной территории резко увеличивается количество схода лавин большой мощности в высокогорной части республики).

4. Перераспределение по площади степени опасности (уменьшение до чрезвычайно слабой в среднегорно - высокогорной части и увеличение до чрезвычайно сильной в высокогорной) и её типа (смена ведущего лавинного типа на селевой), выявленное при картографировании и районировании природной (лавинной и комплексной) опасности, приводит к формированию с учётом антропогенной составляющей при развитии региона зон геоэкологического риска (Южное Приэльбрусье) и геоэкологической катастрофы (Административный округ города Тырнауза).

5. Степень потенциальной природной безопасности, полученная при картографировании и районировании лавинной и комплексной безопасности Южного Приэльбрусья напрямую зависит от научно обоснованной системы мер защиты, созданной с учётом всего комплекса ОПП, и выстроенной по результатам ранжирования

по классу опасности объектов исследования (на территории Административного округа г. Тырнауза с горнодобывающим типом землепользования уровень воздействия ОПП за счёт комплекса защитных мероприятий снижен до минимума).

6. Определение степени трансформации ландшафтов при применении системного геоэкологического подхода в природно - антропогенных геосистемах Южного Приэльбрусья с различными типами землепользования от частично изменённых вплоть до антропогенно - модифицированных и техногенных, наиболее уязвимых и обладающих крайне низкой степенью устойчивости к антропогенному воздействию, позволяет выстроить грамотно построенную мониторинговую сеть для предотвращения катастрофических ОПП (сходов лавин, селей и др.) и, в дальнейшем, выявить положительные и отрицательные тенденции по основным физико - географическим и социально - экономическим факторам, определяющим основные научные подходы к выработке природоохранной стратегии развития региона.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

- впервые предложен системный междисциплинарный (геоэкологический) разноуровневый поэтапный универсальный подход, позволяющий провести оценку влияния ОПП на ландшафты любой горной территории с учётом её региональных особенностей;

- впервые созданы методики районирования при помощи картографирования подверженности ОПП территории и потенциальной безопасности территории от ОПП, а также геоэкологического мониторинга ОПП; уточнены методики картографирования и районирования природной (лавиной) активности, потенциальной и фактической лавинной и комплексной опасности;

- впервые разработан и составлен на единой картографической основе комплект цифровых специальных прикладных (по стадиям опасного процесса) карт и карт - схем с каталогами: новых мелкомасштабных карт - схем изученности, освоенности и карты подверженности ОПП северного склона Большого Кавказа; уточнённых среднемасштабных карт - схем пораженности, снежности и карты - схемы лавинной активности северного склона Центрального Кавказа; уточнённых среднемасштабных карт лавинной опасности (на основе морфоструктурного и ландшафтного анализа территории) КБР, новой карты потенциальной лавинной опасности КБР; уточнённых среднемасштабных карт фактической лавинной, селевой опасности и новой карты комплексной опасности Административного округа г. Тырнауза; уточнённой карты лавинной безопасности и новой карты комплексной безопасности Административного округа г. Тырнауза; уточнённых крупномасштабных карт - схем селевой и оползневой обстановки г. Тырнауза; новых среднемасштабных карт освоенности и мониторинговой селевой сети Южного Приэльбрусья, – позволяющих провести районирование территории по всем стадиям опасного процесса;

- впервые проведено районирование территории по стадиям опасного процесса: получены новые данные по подверженности ОПП по регионам (8) Северного Кавказа; уточнены и дополнены данные по лавинной активности Центрального Кавказа; на основе авторских данных 2004 г. скорректированы степени потенциальной опасности и

безопасности КБР, Южного Приэльбрусья и г. Тырнауза, – позволяющие на данный момент времени оценить состояние горных ландшафтов с учётом влияния природной (ОПП) и антропогенной (освоенность) составляющих;

– впервые при апробации системного подхода в природно - антропогенных геосистемах с различным комплексом типов землепользования и ОПП определена степень трансформации ландшафтов; при этом создана селевая мониторинговая сеть Южного Приэльбрусья; даны рекомендации, которые будут являться основой для составления Программы по безопасному развитию Южного Приэльбрусья с учётом физико - географических и социально -экономических особенностей территории (впервые разработана для прогноза устойчивого развития горного региона структура «имитационной модели» Приэльбрусья).

Как итог – формирование в рамках геоэкологии (ландшафтной экологии) нового научного междисциплинарного прикладного направления – горной геоэкологии, «...изучающей трансформацию горных ландшафтов под воздействием опасных природных процессов и антропогенной нагрузки» (определение автора).

**Теоретическая значимость исследования** состоит в том, что новый системный методологический подход позволяет внести существенный вклад в развитие методологии оценки влияния ОПП на ландшафты горных территорий и решить целый ряд первоочередных задач на каждом этапе оценки. На основе анализа состояния терминологии сформирован терминологический запас по проблеме исследований. Для каждого этапа подготовлена теоретическая основа для проведения картографирования (разработаны и уточнены классификации ОПП, условий и факторов образования, форм рельефа образования ОПП, признаков деятельности ОПП в ландшафте и др.). Определены принципы деления территории по гипсометрии, гидрографии и геоморфологии (дробность деления на каждом этапе возрастает) и сформирован гидрографо - геоморфологический каркас территории, являющийся картографической основой для создания специальных карт. Созданы унифицированные легенды к комплексу специальных карт и предложены картографические показатели. Для каждого этапа разработаны градации расчётных показателей по этапам оценки, позволяющие провести районирование впервые по подверженности ОПП северного склона Большого Кавказа, потенциальной опасности КБР и комплексной опасности и безопасности г. Тырнауза, уточнить и дополнить данные по лавинной активности северного склона Центрального Кавказа, а также лавинной опасности КБР и лавинной опасности и безопасности г. Тырнауза.

**Практическая значимость исследования** определяется тем, что полученные результаты могут быть применены для решения приоритетной научно - прикладной задачи – выработки стратегии безопасного развития горных территорий с учётом их региональных особенностей. Новые данные картографирования и районирования северного склона Большого Кавказа по оценке влияния ОПП на горные ландшафты дают возможность специалистам совместно с органами власти разработать научно обоснованные меры по борьбе с ОПП, снижающие уровень их воздействия на ландшафт

до минимума, а также природоохранные подходы к осуществлению хозяйственной деятельности в регионах с широким развитием ОПП.

При этом макеты справочника – словаря и фотоальбома по лавиноведению (в работе приведены фрагменты по формам рельефа лавинообразования) и разработанный комплект специальных карт с каталогами могут послужить основой для создания серии учебников и словарей по новому научному направлению – горной геоэкологии, а также геоэкологических атласов и кадастров всего Большого Кавказа, его административных субъектов и их отдельных регионов таких как Кабардино – Балкарская Республика, Южное Приэльбрусье и Административный округ города Тырнауза.

Некоторые аспекты исследования были апробированы при выполнении диссертаций (Боброва, 2014; Мальбахов, 2013), отчётов по НИР и хоздоговорных работ. Результаты исследования также используются в работе ряда учебных высших заведений (Майкопский технологический и Дагестанский педагогический госуниверситеты) при подготовке учебно - методических пособий и курсов лекций по геоэкологии, экологии, природопользованию, физической географии, ландшафтоведению и др.

**Материалы и методы исследований.** Автором проведены анализ научной литературы, в т. ч. фондовой, за длительный период времени (более 100 лет) по проблеме исследований, а также картографического материала (проанализированы разномасштабные топографические, ландшафтные, в т.ч. и по отдельным компонентам, социально - экономические карты, карты типов ОПП, в частности, при помощи ГИС - технологий) с применением данных собственных полевых исследований за 20 - летний период мониторинговых работ (Кюль, К вопросу об оценке..., 2016). Кроме того, в работе были использованы материалы сторонних исследователей по климатическим факторам образования ОПП: по снежности – сотрудников МГУ (Атлас «Снег и лёд...», 2015) и А. В. Погорелова (2002), по температуре и осадкам – Е. А. Корчагиной (2016 – 2024).

Основной метод, применяемый автором – картографический, позволяющий в дальнейшем провести районирование территории. При картографировании и районировании подверженности территории ОПП используется впервые разработанный автором метод оценки выделения зон геоэкологического риска для освоения, где природно - климатические условия благоприятны для образования ОПП с учётом изученности и освоенности (по типу землепользования с выделением ведущего типа).

Для анализа лавинной активности территории при оценке геоморфологической составляющей применяется метод, разработанный при составлении карт в АСЛРМ (1997) и уточнённый автором на основе изучения зависимости количества форм рельефа лавинообразования (лавиноборов) от морфометрических характеристик рельефа, при оценке снежности – метод оценки по мезомасштабным зависимостям  $h_{\max}$  (Н), предложенный в АСЛРМ (1997); многолетнюю среднюю повторяемость лавин определяют через повторяемость лавинных ситуаций (такой метод разработан И. В. Северским с соавторами для гор Казахстана); степень же лавинной активности отражает среднее многолетнее число лавин из определённого количества лавиноборов (на 1 пог. км. днища долины).

Для анализа природной опасности используется при оценке геоморфологической составляющей двухфакторный геоморфологический анализ эндогенных и экзогенных форм рельефа, разработанный И. Н. Сафроновым для Кавказа [304]; при оценке ландшафтной составляющей, 2 - го этапа регионального районирования на основе ландшафтного анализа территории, применяется метод ландшафтно - дифференцированного анализа, разработанный И. В. Северским и В. П. Благовещенским для горных территорий Средней Азии (Кюль, 2004; 2012).

Для анализа природной (лавинной и комплексной ) безопасности применяется способ оценки ландшафтов по степени устойчивости к ОПП по двум компонентам, рельефу и растительности, на основе определённых параметров оценки, впервые разработанный К. С. Лосевым с соавторами (1992), и позволивший автору, в дальнейшем, выделить восемь типов горного ландшафта с различной степенью изменения ОПП, а также метод оценки безопасности территории при помощи разработанных автором шкалы опасности и классификации противолавинных сооружений.

**Апробация работы.** Основные теоретические положения и практические результаты докладывались автором и обсуждались на семинарах Центра географических исследований КБНЦ РАН, на многочисленных научных мероприятиях (более 45), в т. ч. всероссийских и международных конференциях, симпозиумах и др. Ниже приведены наиболее значимые из них: «Экологические проблемы. Взгляд в будущее», Абрау - Дюрсо, 2010; «Бассейн реки Терек: проблемы регулирования, восстановления и реабилитации водных объектов», Пятигорск, 2015; «Экология. Экономика. Информатика. Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем» и «Геоинформационные технологии и космический мониторинг», Абрау - Дюрсо – Ростов -на -Дону, 2015; «Атласное картографирование: традиции и инновации», Иркутск, 2015; «Герценовские чтения «География: развитие науки и образования», Санкт-Петербург, 2016; Гляциологический симпозиум, Санкт-Петербург, 2016; «Экология речных бассейнов», Суздаль, 2016; «Международный год карт в России: объединяя пространство и время», Москва, 2016; «Физика, химия и механика снега», Южно - Сахалинск, 2017; «Современное ландшафтно -экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов», Воронеж, 2018; «Третьи ландшафтно - экологические чтения», Симферополь, 2018; «Геоинформационное картографирование в регионах России», Воронеж, 2018; «Опасные природные и техногенные процессы в горных регионах: модели, системы, технологии», Владикавказ, 2019; «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа», Грозный, 2020; «Современные проблемы биологии и экологии», Махачкала, 2021; «Опасные природные и техногенные процессы в горных регионах: модели, системы, технологии», Владикавказ, 2022; «Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий», Майкоп, 2023; Геоинформационное картографирование в регионах России, Воронеж, 2024. Некоторые аспекты исследования были использованы при подготовке диссертаций (Мальбахов, 2013; Боброва, 2014), выполнении ряда НИР и хозяйственных отчётов,

разработке Стратегии туризма на Северном Кавказе, в работе профильных организаций (Министерство курортов и туризма КБР, Национальный парк «Приэльбрусье», Институт экологии Академии наук Абхазии) и высших учебных заведений (Майкопский технологический и Дагестанский педагогический госуниверситеты) (представлены документы о внедрении).

**Соответствие диссертации Паспорту научной специальности.** Отраженные в диссертации научные положения соответствуют направлениям исследований Паспорта научной специальности 1. 6. 21. Геоэкология (географические науки): П. 9. Динамика, механизмы, факторы и закономерности развития опасных природных, природно-техногенных и техногенных процессов, оценка их активности, опасности и риска проявления. П. 11. Оценка экологического состояния и управление современными ландшафтами. П. 14. Научные основы организации геоэкологического мониторинга природно-технических систем и обеспечение их экологической безопасности, разработка средств контроля состояния окружающей среды. П. 16. Моделирование геоэкологических процессов и последствий хозяйственной деятельности для природных комплексов и их отдельных компонентов. Современные методы геоэкологического картирования, ГИС – технологии и информационные системы в геоэкологии.

**Степень достоверности результатов проведенного исследования** подтверждена получением большого объёма данных при анализе фондовой и научной литературы, а также проведении полевых работ по изучению типов ОПП (лавины, сели и др.), снежности и освоенности, что позволило составить комплект цифровых специальных карт. Данные по ОПП собирались непосредственно автором в пределах главных речных бассейнов, рек Кубани и Терека на территории восьми федеральных субъектов РФ. Анализ данных по ведущим типам ОПП (снежным лавинам и селям) позволил уточнить количество лавинных и селевых форм рельефа, генезис, тип, объём выноса материала и повторяемость. При этом часть данных, особенно по селевым бассейнам, пришлось уточнять заново из - за отсутствия достоверной привязки к ландшафту. Обоснованность защищаемых положений и сформулированных выводов обеспечены использованием современных способов исследований, в частности, ГИС - технологий (Arcgis, версия 9.7., QGIS и др.; GIS - Lab: описание работы Q - ГИС) и технических средств (георадар, дальномер, БПЛА, GPS - навигатор). При цифровизации полученного материала использованы топографические и специальные карты М 1:25000 – 1:1500000, а также обширный фото- и видеоматериал, отснятый непосредственно автором. Ряд результатов защищены свидетельствами о государственной регистрации баз данных (2016; 2017). При картографировании и районировании были использованы методы, приёмы и способы, апробированные отечественными и зарубежными исследователями для изучения ОПП и ландшафта, в частности, рельефа, растительности и климата, на Кавказе (Гяургиева, 2013; Залиханов, 2014; Корчагина, 2021; Котляков, 2007; Кочуров, 2020; Лурье, 2006; Разумов, 2013, 2022; Перов, 1996; Петрушина, 2018; Погорелов, 2002, 2020, 2021; Сафронов, 1969; Тушинский, 1962; Ataev, 2011), в Альпах (АСЛРМ, 1997; Атлас «Снег и лёд..», 2015; Экологические системы..., 1981; Dirnbock, 2003; Wundram, 2008), на Тянь - Шане и Джунгарском Алатау (Северский, Благовещенский, 1983, 1990).

**Личный вклад автора.** Работа является результатом 20 - летних (2004 – 2024 гг.) исследований автора по изучению ОПП на северном склоне Большого Кавказа. Автором разработаны новые методологические подходы к геоэкологической оценке влияния ОПП на ландшафты горных территорий, сформулированы приоритетные направления исследований и первоочередные проблемы, намечены пути их решения для исследуемой территории, разработаны рекомендации по их реализации. Автор был руководителем и исполнителем многих научно - исследовательских и хозяйственных работ по данной тематике, выполнявшихся на Северном Кавказе (1993 – 2024 гг.). Материалы по ОПП и состоянию ландшафтов были собраны в ходе полевых работ при непосредственном участии автора совместно с сотрудниками КБНЦ РАН. Анализ полученных материалов, в т.ч. расчётная часть, и их картографическая интерпретация также, в основном, проведены автором.

**Публикации результатов исследования.** По теме диссертации с 2005 года опубликована 114 основных научных работ, из них статей – 48, в т.ч. 30 – из перечня ВАК, 8 – в МБД и RSCI, 5 – в РИНЦ, 1 собственная и 2 коллективных монографии, 2 авторских свидетельства. Наиболее важные публикации по работе представлены в списке литературы к автореферату.

**Структура работы.** Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы (394 источника), из них, 39 на иностранном языке, а также семи приложений (таблицы, карты, макеты справочника и фотоальбома, документы о внедрении, свидетельства о госрегистрации). Общий объём работы составляет 395 страниц, из них основной текст – 324 страниц, в т. ч. 64 таблицы, 76 рисунков.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность своим учителям, М. Ч. Залиханову и безвременно ушедшему в 2004 г. Ю. П. Хрусталёву, соавторам, оппонентам, коллегам по Центру географических исследований, а также сотрудникам ВГИ, А. Х. Аджиеву, Н. А. Кондратьевой, С. Л. Алите, А. Н. Дориной, за оказанную научно - методическую помощь и поддержку при выполнении диссертационной работы. Автор также выражает особую благодарность сотрудникам ЦГИ М. М. Гедуевой за совместную работу при составлении цифрового комплекта карт и Е. А. Корчагиной за предоставленные материалы по климату, помощь в математической обработке полученных данных и технической редакции работы.

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Глава 1 Методологические основы геоэкологической оценки влияния опасных природных процессов на ландшафты горной территории**

Автором предложен системный междисциплинарный комплексный геоэкологический подход к решению проблемы исследований и поэтапное (по стадиям ОПП) изучение геоэкологической обстановки на территории с межгосударственного до локального уровня.

В *разделе 1. 1* на основе системы принципов (основных и специальных) сформирован блок первоочередных задач по проблеме исследований; проведён анализ состояния терминологии при изучении ОПП.

В *разделе 1. 2* выполнена систематизация терминов, что позволило образовать причинно - следственный временной терминологический ряд по стадиям ОПП и выделить 4 этапа оценки. Определены теоретические и методические вопросы этапов оценки, позволяющие с учётом задач правильно выбрать объекты исследования. Критерии выбора объекта во времени – состояние изученности, освоенность, уникальность и развитие ОПП. Проведён выбор методик с набором методов и приёмов по этапам оценки (Кюль, 2012). Автором разработан комплект цифровых карт по этапам –стадиям ОПП, а именно: 1) подверженности территории ОПП; 2) активности ОПП; 3) природной опасности; 4) потенциальной безопасности. Предложены принципы деления территории: 1) гипсометрическое (Кюль, Борисова, Геолого - геоморфологический анализ..., 2017); 2) гидрографическое (данные взяты из Государственного водного реестра); 3) геоморфологическое (за основу принята схема геоморфологического районирования по палеогеографическому принципу Северного Кавказа И. Н. Сафронова (1969) (Кюль, 2004); 4) ландшафтное (принципы деления территории по 4 - м этапам в пределах геоморфологических таксонов) (рисунок 1).

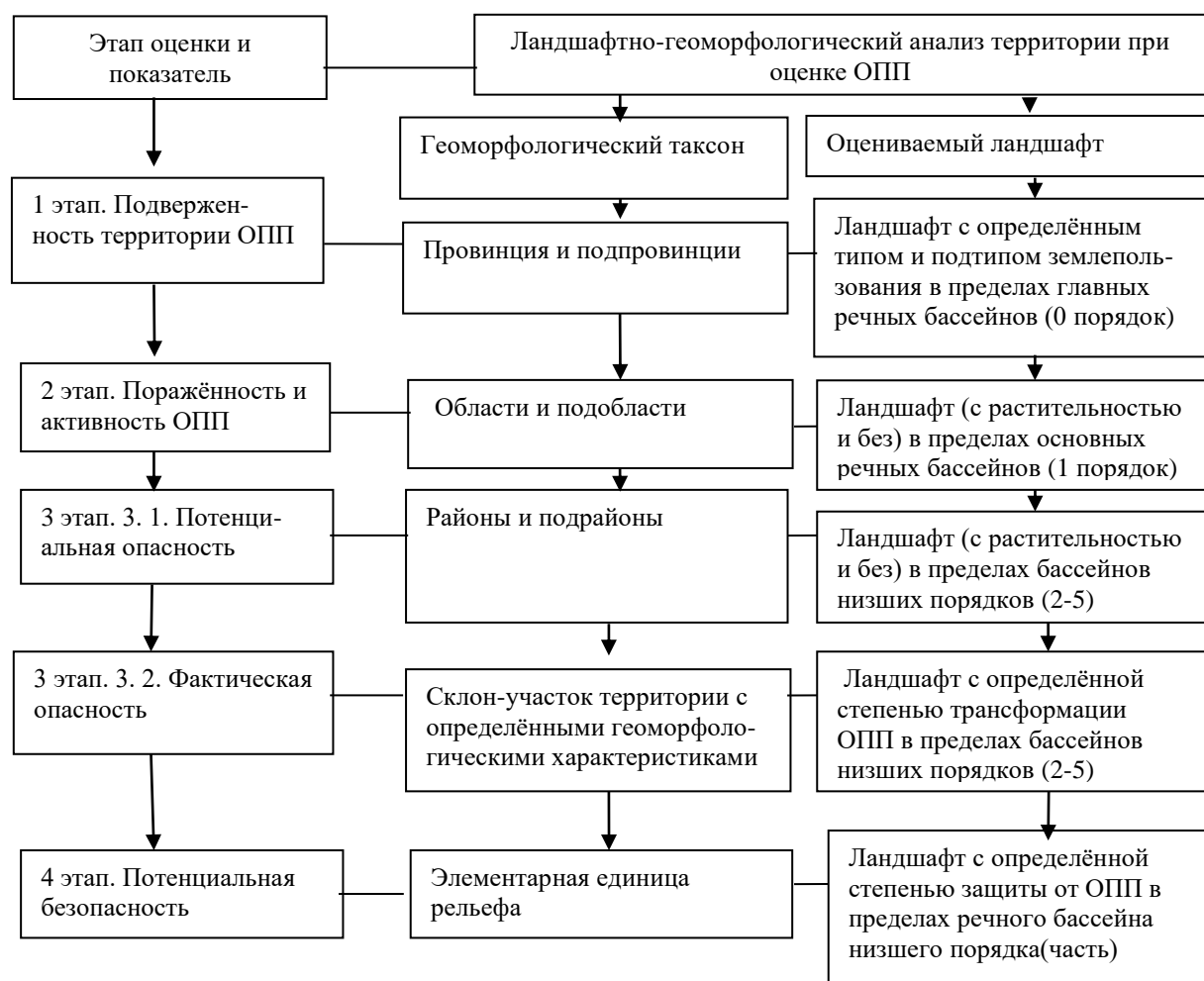


Рисунок 1 – Ландшафтное деление территории на этапах геоэкологической оценки

Можно сделать вывод, что выстраивается система принципов, позволяющая поэтапно решать проблему исследований, начиная от выбора целей, объекта и предмета оценки, до способов решения конкретных задач, исходя из основных принципов оценки (геоэкологический комплексный разноуровневый постадийный подход).

При этом выделяется ряд основных подпроблем и частных задач. В первую очередь, это: 1) терминологическое обеспечение проблемы исследований, решению которой в значительной мере поможет создание Толкового справочника - словаря по отдельным ОПП; 2) правильный подбор объектов и предмета исследований, а также методов и приёмов для каждого этапа оценки.

## **Глава 2 Методологическое обеспечение этапов геоэкологической оценки влияния опасных природных процессов на горные ландшафты**

В *разделе 2. 1* рассмотрен 1-й этап – оценка подверженности территории ОПП на межрегиональном уровне (северный склон Большого Кавказа) (3 подэтапа).

Ключевые термины при оценке подверженности (автор. ред.): условия образования ОПП («...физико-географические особенности территории, которые так, или иначе определяют характер распространения опасных природных процессов в зависимости от сочетания условий образования»); изученность территории («...совокупность различных материалов и данных по исследуемой территории, полученных при анализе различных источников, в рамках проблемы исследований»); освоенность территории («...особенности расселения людей и хозяйственной деятельности на определённой территории»); землепользование («...форма распоряжения землёй с целью извлечения из земли полезных свойств или дохода»); подверженность территории ОПП («...сумма физико - географических особенностей конкретной территории, позволяющих сформировать благоприятные условия для схода ОПП») (Кюль, Геоэкологическое районирование..., 2019).

Для решения данной задачи проведена систематизация ОПП на основе Общей генетической классификации экзогенных гологических процессов А. И. Шеко (Природные опасности..., т. 3, 2002).

Выделены основные, дополнительные и ведущий типы ОПП («...тот, который оказывает наибольшее воздействие на ландшафт») (определение автора) (Кюль, 2012). Для исследуемой территории это группы опасностей, обусловленные энергией рельефа (подгруппы склоновые – лавины, оползни, обвалы, осыпи) и группы опасностей, обусловленные поверхностными водами (подгруппы русловые – сели и наносоводные паводки). Дана систематизация условий образования ОПП (группы: I – постоянные и II – переменные факторы образования; классы и подклассы, типы и подтипы). Выполнена систематизация ландшафтов по типу землепользования (Кюль, Геоэкологическое районирование..., 2019) и разработана их новая классификация по функциональному назначению.

Сформировано картографическое обеспечение 1-го этапа.

На первом подэтапе это комплект мелкомасштабных карт - схем изученности (8 – по числу субъектов) М 1: 1500000 (Исследование природной..., 2018).

Первый картографируемый показатель – коэффициент изученности:

$$K = S_{и} / S_{о} \times 100 \%, \quad (1)$$

где  $S_{и}$  – площадь изученной территории, в га;  $S_{о}$  – общая площадь, в га;

Второй показатель – индекс изученности, – рассчитывается по степени изученности ОПП по типам (4) и ландшафту по типу землепользования в баллах или в % (Кюль, Оценка подверженности..., 2020).

На втором подэтапе на основе изученности создаются мелкомасштабные карты - схемы освоенности территории.

Первый картографируемый показатель – коэффициент землепользования:

$$K_{змп} = S_{лзмп} / S_{о} \times 100 \%, \quad (2)$$

где  $S_{лзмп}$  – площадь ландшафта с определённым типом землепользования, га;

$S_{о}$  – общая площадь субъекта, га.

Второй показатель – индекс землепользования (основные типы и подтипы ландшафта с выделением ведущего для каждого района). Например,

$$I_{змп} = cX_{p+j} + c_s, \quad (3)$$

где нижний индекс обозначает подтип землепользования (например,  $p$  – растениеводство,  $j$  – животноводство,  $s$  – сельский).

На третьем подэтапе на основе освоенности разрабатываются карты подверженности территории ОПП. Картографируемые показатели – коэффициент и индекс подверженности ОПП (Корчагина и др., ...2021).

Первый картографируемый показатель это «...отношение площади, занятой условиями, благоприятными для схода ОПП к общей площади» (определение автора). Для снежных лавин это коэффициент лавинности, который оценивает степень проявления лавин в ландшафте (Кюль, Геоэкологическое районирование..., 2019):

$$K_{лав} = S_{лав} / S \times 100\%, \quad (4)$$

где  $K_{лав}$  – коэффициент лавинности;  $S_{лав}$  – площадь проявления ОПП, га;

$S$  – общая площадь территории, га.

Второй показатель – индекс подверженности (в долях единицы или в %), обозначающий тип ОПП и площадь, с условиями, благоприятными для его схода, например:  $СЛ_{30}$  (снежные лавины, площадь подверженности территории лавинам – 30%).

Карта - схема подверженности является итоговым отображением 1 - го этапа геоэкологической оценки влияния ОПП на ландшафты, а именно: комплекса условий образования ОПП (ведущий, основные и дополнительные типы) (Кюль, Геоэкологическое районирование..., 2019).

В *разделе 2. 2* рассмотрен 2 - й этап – оценка природной (снеголавинной) активности ОПП на региональном уровне (северный склон Центрального Кавказа).

Ключевые термины при оценке активности: а) пораженность территории ОПП (Кюль, 2012), геоморфологическая («...степень проявления природных процессов, характеризующаяся количеством элементарных единиц образования ОПП на единицу площади,  $1 \text{ км}^2$ , или на единицу длины русла реки, 1 пог. км дна долины (автор. ред.) и климатическая, площадная и линейная, по аналогии с геоморфологической («...количество на единицу площади или длины русла реки сходов ОПП, например, снежных лавин») (определение автора); природная (лавиная) активность территории, т.е. «...интенсивность развития лавинного процесса во времени и пространстве или показатель суммарной интенсивности проявления всех компонентов снежно-лавиной системы с учетом их взаимодействия на данной территории» (автор. ред.). Здесь речь идёт уже о факторах образования ОПП, т.е. «...критических значениях условий образования ОПП, при которых происходит его сход» (автор. ред.). Основные термины форм рельефа образования ОПП (на примере лавин) – лавинный бассейн и лавиносбор (Гляциологический словарь, 1984). Автором разработана система терминов снеговедения, употребляемых в лавиноведении. Основным термин – снежность территории (Гляциологический словарь, 1984).

При этом, проведена систематизация: а) форм рельефа образования лавин (Кюль, 2004; 2012; Кюль, Характер изменения..., 2014); б) факторов образования лавин по скорости их изменения во времени; в) признаков лавинной деятельности в ландшафте по компонентам ландшафта, что позволяет выделить территории (8 типов ландшафта), частично или полностью измененные лавинной деятельностью.

Сформировано картографическое обеспечение (на примере снеголавиной деятельности): путём наложения карт средней линейной геоморфологической и климатической поражённости территории лавинами на гидрографо - геоморфологический каркас территории с учётом снежности создаётся карта - схема лавинной активности М 1:500000. Картографируемый показатель: коэффициент лавинной активности (Кюль, 2004).

В *разделе 2.3* рассмотрен 3 - й этап – оценка природной опасности территории на республиканском уровне (административный субъект) на примере снеголавиной деятельности.

Ключевой термин оценки опасности – лавинная деятельность территории («...работа каких-нибудь органов, сил природы») (Кюль, 2004), формирующая лавинный ландшафт (Гляциологический словарь, 1984). Терминологическое обеспечение последствий схода лавин рассмотрено по отдельным компонентам ландшафта. Приведена также основная терминология по сопутствующим ОПП – селям (Перов, 1996) и оползням (Геологический словарь, 1978).

Для решения задачи выполнена систематизация форм рельефа образования лавин, характеризующих последствия их схода (Кюль, 2004). Уточнена регионально - типологическая схема районирования на основе ландшафтно - геоморфологического подхода, позволяющая учесть весь комплекс постоянных и переменных (снежный покров) факторов лавинообразования и получить более точные результаты по лавинной деятельности исследуемой территории (Кюль, 2004).

Районирование проводится в 2 этапа: I<sub>1</sub>. Региональное районирование на основе анализа эндогенных форм рельефа с учётом снежности (по степени лавинной опасности). I<sub>2</sub>. Типологическое районирование на основе анализа экзогенных форм рельефа. Окончательная иерархическая шкала единиц районирования состоит вместо 9 - ти в 2004 г. из 11 - ти таксонов.

Впервые предложена дополнительно к методу оценки ОПП по последствиям схода лавин (Кюль, 2004) восьмибалльная шкала оценки воздействия ОПП на ландшафт (Исследование влияния..., 2023), позволяющая выделить 4 класса опасности по критическим значениям 3-х основных параметров лавин и селей (таблица 1).

Таблица 1 – Шкала оценки воздействия ОПП на ландшафт

№	Параметры оценки и их градации			Балл		Класс опасности		Примечания
	Фронт ОПП Ширина, м	Объём единовременного выноса, $W_{cp}, м^3$	Суммарное давление удара фронта ОПП $\Delta P, 10^5 \text{ Па}$	лавины	сели	лавины	сели	
1	Менее 50	Менее $10 \times 10^3$	0,02 – 0,05	1	1	I	I	Микросели
2	50 – 100	$10 – 100 \times 10^3$	0,05 – 0,5	2	2			Мелкие сели
3	100 – 200	$101 – 200 \times 10^3$	0,5 – 1,0	3	3	II	II	Маломощные лавины
4	200 – 400	$201 – 300 \times 10^3$	1,0 – 1,5	4	4			Средние лавины и сели
5	400 – 600	$301 – 500 \times 10^3$	1,5 – 3,0	5	5	IV	III	Катастрофические лавины
6	600 – 800	$501 – 700 \times 10^3$	3,0 – 10,0	6	6			Мощные сели
7	800 – 1000	$701 – 1000 \times 10^3$	10,0 – 20,0	7	7		IV	IV
8	Более 1000	$> 10^6$	Более 20,0	8	8			

Примечание к таблице: районирование территории по степени лавинной опасности проводится по градациям (8), принятым к серии лавинных карт в 2004 г. (Кюль, 2004). Количественные показатели степени лавинной опасности вычислены по данным из таблицы 16 (Северский и др., 1983), где приведены координаты зависимости коэффициента лавинной опасности от глубины расчленения рельефа.

Рассмотрены вопросы картографирования и районирования природной опасности: на основе более детального гидрографо - геоморфологического каркаса создаётся карта лавинной опасности территории М 1:200000. Выделяются зональные таксоны по коэффициенту лавинной опасности, характеризующему распространение снежных лавин по отношению лавиноопасной площади к общей (Кюль, 2004).

В работе приведены уточнённые методики составления среднемасштабных карт с каталогами: а) лавинной опасности (на основе морфоструктурного и ландшафтного анализа) с учётом снежности; б) оценки влияния освоенности на ОПП; в) фактической лавинной и комплексной опасности (добавлены сели, оползни, обвалы и осыпи). Впервые разработана методика составления карты потенциальной лавинной опасности (таксон – участок; картографируемый показатель – численное значение фактора лавинообразования, не позволяющее сходить лавине).

В *разделе 2.4* рассмотрен 4 - й этап – оценка потенциальной безопасности территории от ОПП на локальном уровне (административный район административного субъекта). Ключевой термин, введённый автором, это потенциальная лавинная безопасность территории, т.е. исключение лавинной опасности, в т.ч. при помощи противолавинных сооружений (Кюль, 2004). Довольно часто применяется термин – профилактика борьбы с лавинами. Для составления терминологических систем по борьбе с лавинами, необходима дальнейшая работа по систематизации используемых терминов.

Для решения задачи проведена систематизация элементарных единиц образования ОПП (Кюль и др., Геоэкологические исследования..., 2019): лавинных бассейнов, лавиносборов, лавинных очагов, селевых бассейнов и селей. Уточнена классификация техногенных ландшафтов (Кюль и др., Формирование техногенных..., 2015). Разработаны параметры оценки воздействия ОПП на компоненты ландшафта на примере лавин (Кюль, К вопросу об оценке..., 2016). Рассмотрен способ оценки ландшафтов по степени устойчивости к ОПП.

Рассмотрены вопросы картографирования и районирования природной безопасности. По уточнённой методике (Кюль, 2004): на гидрографо - геоморфологический каркас (отдельные части речных бассейнов, участков и форм рельефа образования ОПП в пределах хозяйственного объекта) накладываются районы с высокой степенью фактической природной опасности и мероприятиями по борьбе с ОПП. В результате составляется карта лавинной безопасности территории М 1:25000 – 200000. Используются классификация противолавинных сооружений и коэффициент лавинной безопасности,  $K_{лб}$ , в долях единицы («...отношение суммарных затрат на устранение ущерба от лавин к затратам на проведение противолавинных мероприятий») (Кюль, 2004). На участки территории, наиболее изменённые ОПП, составляются геоэкологические карты трансформации ландшафта ОПП М 1:25000 – 200000.

Можно сделать вывод, что уточнённый и дополненный комплект цифровых карт и карт - схем с каталогами позволяет оценить, как уже было сказано ранее (Кюль, 2004) не только пространственные закономерности ОПП, но и степень взаимодействия природной среды с хозяйственной деятельностью (рисунок 2).

Для оценки трансформации ландшафтов ОПП автором предложена методика геоэкологического мониторинга ОПП (инвентаризация и паспортизация данных) (Куул, Geocological monitoring..., 2020): ранжирование территории по степени трансформации ландшафтов природно - хозяйственной деятельностью в рамках речного бассейна для создания оптимальной мониторинговой сети и бонитизации территории.



Рисунок 2 – Картографическое обеспечение этапов исследования

### **Глава 3 Геоэкологическая оценка подверженности территории опасным природным процессам на межрегиональном уровне (северный склон Большого Кавказа) и активности опасных природных процессов территории на региональном уровне (северный склон Центрального Кавказа)**

В *разделе 3.1* выделены геоморфологические провинция и 2 подпровинции, 2 главных речных бассейна, р. Кубань, I<sub>1</sub>, бассейн Азовского моря, и р. Терек, I<sub>3</sub>, бассейн Каспийского моря; Западный, Центральный и Восточный Кавказ, 8 административных объектов РФ, краёв и республик) (Кюль, Ландшафтно-геоморфологическое..., 2017; Кюль и др., Геоэкологическое районирование ..., 2019).

В *разделе 3.2* на первом подэтапе на основе анализа составленной карты - схемы изученности ОПП на северный склон Большого Кавказа М 1:1500000 с каталогом в пределах каждого региона (8) определён индекс изученности, в баллах. На Западном Кавказе степень изученности как ОПП, так и ландшафтов – слабая (6). Лучше всех изучена территория КЧР (10). При этом наиболее слабо изучены снеголавинные процессы и ландшафты. На Центральном Кавказе в КБР индекс изученности – 11, в РСО - Алания он максимальный – 15. На Восточном Кавказе лучше всех изучен Дагестан (8).

В *разделе 3.3* на втором подэтапе анализ составленной карты - схемы освоенности территории (по типу землепользования) северного склона Большого Кавказа М 1:1500000, позволил определить степени освоенности и сложности землепользования (количество типов) (Кюль, Ландшафтно -геоморфологическое..., 2017).

При этом выявлена широтная дифференциация типов землепользования в границах геоморфологических подпровинций (с ЮЗ на СВ) (Кюль, Ландшафтно - геоморфологическое..., 2017). В среднегорно - низкогорной подпровинции самая низкая степень освоенности в РСО - Алания и Республике Ингушетия, а самая высокая – в Республике Дагестан (исторически сложившиеся особенности заселения территории). Преобладает селитебный ландшафт наряду с промышленным. Тип землепользования – сложный (3 – 5), реже – очень сложный (более 5 в РСО - Алания). Высокогорная геоморфологическая подпровинция освоена слабее, чем среднегорно -низкогорная (кроме РСО - Алания): от очень низкой и низкой на Западном Кавказе до средней степени освоенности – на Центральном и Восточном (Республика Дагестан). Здесь преобладают сельскохозяйственные (сенокосы и пастбища) и природоохранные ландшафты. Распространены простой (Краснодарский край и Адыгея) и средний (1 – 2) до сложного (более 2) в КЧР типы землепользования. Начинает возрастать доля рекреационных ландшафтов.

Выявлена также бассейновая дифференциация освоенности в пределах бассейнов рр. Кубань и Терек. Наиболее освоены верховья р. Терек, Центральный Кавказ. Типы землепользования – сложные до очень сложных.

Можно сделать вывод, что структура землепользования с традиционной (сельскохозяйственный тип) меняется на рекреационно – сельскохозяйственную. Это приводит к активизации ОПП и увеличению степени подверженности территории ОПП (Кюль, Ландшафтно - геоморфологическое..., 2017).

В *разделе 3.4* анализ физико - географических особенностей территории (Кюль, 2004) позволил выделить некоторые закономерности в пространственной дифференциации типов ОПП: оползни, обвалы и осыпи распространены на Восточном (сейсмичность) и Центральном Кавказе, КБР (тектоника); эти же процессы, но другого генезиса – в РСО – Алания (литология). Максимальное проявление всех особенностей выявлено на территории КБР и выражается в максимальной степени поражённости территории ОПП (основные типы – лавины и сели).

На основе карты - схемы освоенности составлена мелкомасштабная фоновая карта - схема подверженности территории ОПП с каталогом М 1:1500000. Карта - схема отображает результаты анализа природно - климатических условий территории и позволяет определить характер проявления ОПП в ландшафте и ведущий тип ОПП (рисунок 3, таблица 3). По результатам картографирования проведено районирование территории по степени подверженности ОПП. Как и у типов землепользования здесь наблюдаются широтная (с ЮЗ на СВ) и бассейновая, (с З на В) дифференциации степени подверженности территории ОПП (рисунок 4).

Для обоих показателей характер изменения совпадает: наиболее освоенная центральная часть Кавказа имеет сильную и чрезвычайно сильную степени подверженности ОПП. Менее освоенные ЮВ часть Краснодарского края, Республики Адыгея, и Ингушетия имеют очень слабые и слабые степени подверженности ОПП (Кюль, Ландшафтно - геоморфологическое..., 2017). Степень подверженности зависит, в первую очередь от условий их образования, например, залесённости и др. В дальнейшем, необходимо проведение сравнительного анализа подверженности ОПП северного и южного склонов (предварительные исследования проведены в Республиках Южная Осетия (Исследование освоенности..., 2024) и Абхазия (Кюль и др., 2024).

В *разделе 3.5* проведена геоэкологическая оценка природной (снеголавинной) активности ОПП территории на региональном уровне на примере северного склона Центрального Кавказа. На первом подэтапе составлена карта - схема снежности территории М 1:500000 (на гидрографо – геоморфологический каркас добавлены области современного оледенения и постоянного снежного покрова, уточнённые по данным GPS - съёмки). За основу взято районирование территории, предложенное в АСЛРМ (1997). Оценка территориальной структуры характеристик снежного покрова проведена на основе построения зависимости типа:  $h_{\max} = f(H)$ , где  $H$  – высота местности. В результате выделены регионы фактического и потенциального авинообразования, где соответственно  $H_{\text{сн}}$  более 30 и менее 30 см, и т.н. промежуточный регион, где  $H_{\text{сн}}$  может достигать 30 см и более в особо снежные годы.

На втором подэтапе составлена карта - схема средней линейной геоморфологической поражённости лавинами М 1:500000. Картографируемый показатель: коэффициент геоморфологической поражённости территории лавинами,  $K_{\text{гпл}}$ , количество лавиносборов на 1 пог. км днища долины (Кюль и др., Геоэкологическое состояние..., 2018). Карта-схема составлена по полевым наблюдениям и является более точной, чем те, в основу которых положена зависимость числа лавиносборов от типов рельефа.

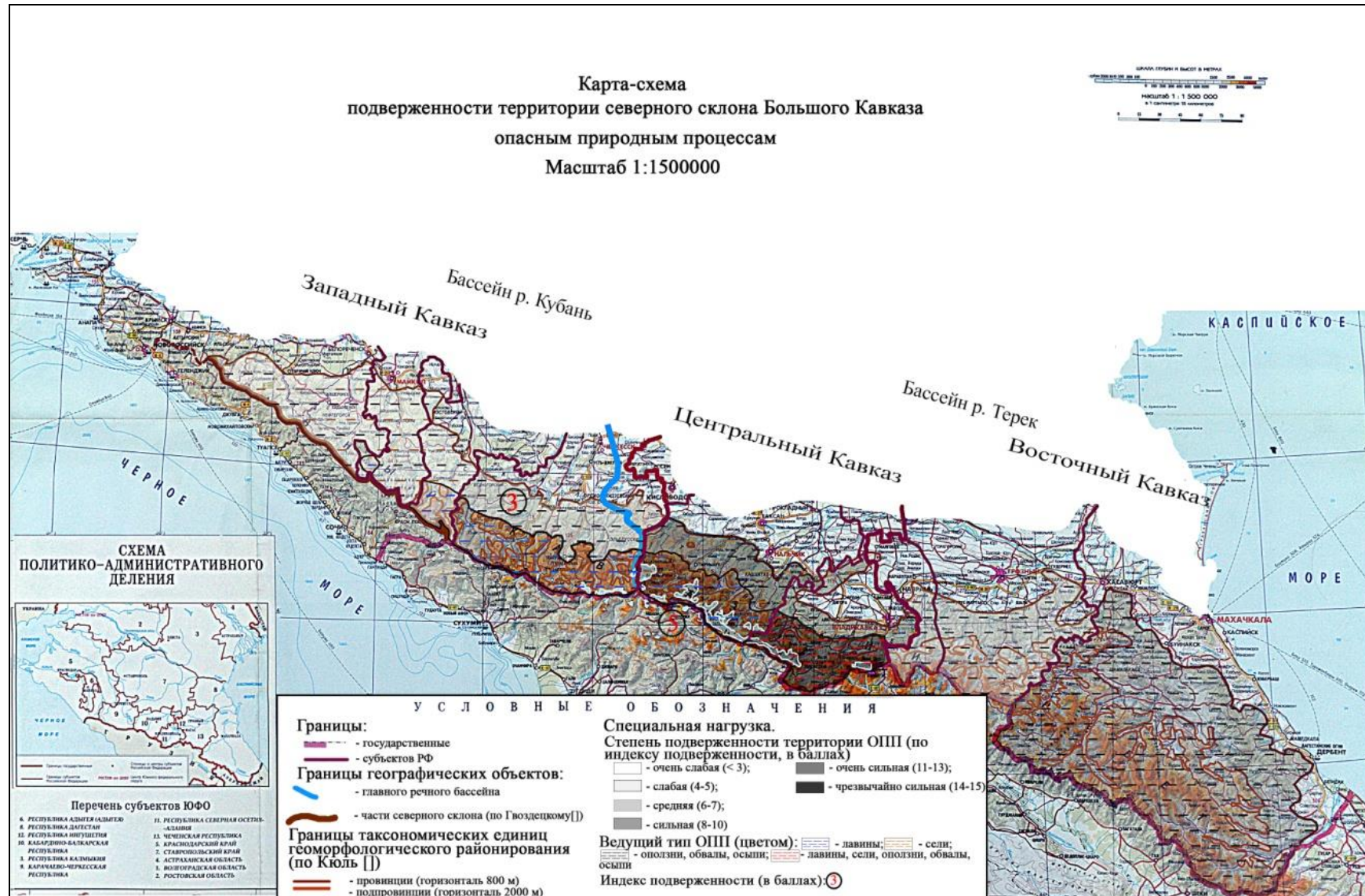


Рисунок 3 – Карта - схема подверженности территории северного склона Большого Кавказа ОПП М 1:1500000 (Кюль и др., Геоэкологическое районирование..., 2019)

Таблица 3 – Каталог (фрагмент) к карте-схеме подверженности территории северного склона Большого Кавказа ОПП (Кюль и др., Геоэкологическое районирование..., 2019)

№ п/п	Район подверженности ОПП	Индекс подверженности			Всего	Степень подверженности	Площадь субъекта, S, тыс км <sup>2</sup>	Площадь под типом ОПП	Коэффициент подверженности ОПП	Ведущий тип ОПП	Тип ОПП по степени сложности	Условия.увеличивающие степень подверженности
		типы ОПП										
		СЛ	С	Оп, Ос, Об								
Центральный Кавказ.Бассейн р. Терек												
4	КБР	2	<b>5</b>	<b>5</b>	12	Очень сильная	12,5	-/4,97/-	-/0,22/-	С+ Оп +Ос +Об	Сложный	К+П; Л
		<b>5</b>	<b>5</b>	3	13	Очень сильная				СЛ+ С	Средний	ГС+СМ+Т; ТК; ПТ+СН
5	РСО-Алания	2	<b>4</b>	<b>4</b>	10	Сильная	8,0	-/2,17/-	-/0,27/-	С+ Оп +Ос +Об	Сложный	СМ; Л
		<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	15	Чрезвычайно сильная				СЛ+ С+ Оп +Ос +Об	Очень сложный	ГС+СМ+Т; ПТ+СН

Примечания: ? – данные нуждаются в уточнении. Жирным шрифтом – ведущие типы ОПП. Сокращения: СЛ – снежные лавины; С – сели; Оп – оползни; Ос – осыпи; Об – обвалы; ГС – гляциальные сели; СМ – сейсмичность; Т – тектоника; К – карст; ТК – термокарст; П – просадки; ПТ – перепады температур; СН – снежность; Л – ливни

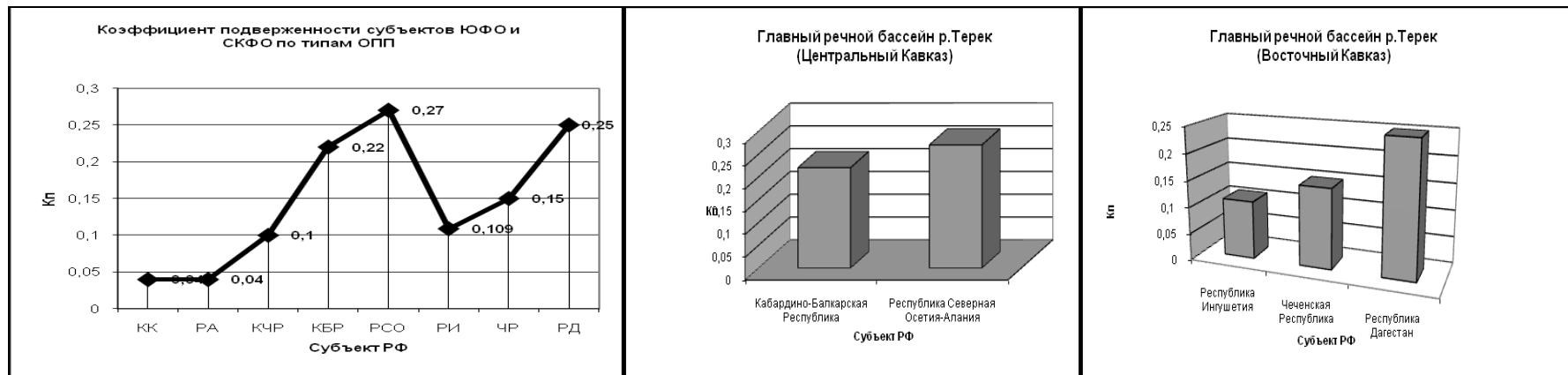


Рисунок 4 – Широтная дифференциация типов ОПП (по коэффициенту подверженности) в пределах административных субъектов(слева). Бассейновая дифференциация типов ОПП (по степени подверженности) в пределах главного речного бассейна р.Терек и физико-географических частей северного склона Большого Кавказа, Центральный и Восточный Кавказ (справа) (Кюль, Оценка подверженности..., 2020)

Далее составляется карта - схема средней линейной климатической поражённости территории лавинами (частоты схода лавин) М 1:500000 (в работе приведены принципы её составления). По сравнению с АСЛРМ (1997) число градаций увеличено с 3 до 5.

На третьем подэтапе путём наложения вспомогательных карт - схем составлена итоговая карта - схема лавинной активности М 1:500000 (рисунок 5). Картографируемый показатель: коэффициент лавинной активности, отражающий среднее многолетнее число лавин из определённого количества лавиносборов (на 1 пог. км. днища долины) (АСЛРМ, 1997; Атлас природных..., 2007). Были выделены 3 области лавинообразования (низкогорная, среднегорная и высокогорная) и 1 подобласть – нивально-гляциальная, а также 5 основных бассейнов лавинообразования (на территории КБР – Малкинский и Лескенский бассейны лавинообразования; на территории РСО - Алания – Урухский, Урсдонский, Ардонский и Камбилеевский бассейны лавинообразования). Дана характеристика лавинной деятельности по отдельным административным субъектам и бассейнам лавинообразования (Атлас природных..., 2000; 2007; 2010; Кадастр., 2001; Погорелов, 2002; Кондратьева и др., 2015).

Результаты 1-го и 2-го этапов оценки дают возможность разработать грамотную стратегию использования территорий с различной степенью освоенности и подверженности ОПП с учётом их природной активности; при этом при оценке взаимосвязи между распределением ОПП и различных типов землепользования можно будет уменьшить негативное воздействие ОПП на ландшафт до минимального, корректируя площадное распространение тех или иных типов землепользования (Кюль, Ландшафтно – геоморфологическое..., 2017). При этом наметилась тенденция смены подхода с приоритетного климатического и почвенно - геоботанического на гидрографо - геоморфологический, что в принципе наиболее подходит для целей исследования. Но даже полученные результаты не дают полной информации об изменении территории деятельностью ОПП из - за крайне неравномерной изученности региона.

#### **Глава 4. Оценка территории по степени природной опасности на республиканском уровне (Кабардино - Балкарская Республика) и потенциальной безопасности на локальном уровне (Южное Приэльбрусье, Эльбрусский район)**

В *разделе 4.1* проведён дополнительно к (Кюль, 2004) анализ физико - географических особенностей территории, который позволил еще раз подтвердить вывод о том, что в возникновении ОПП и образовании мезо- и микроформ рельефа, важную роль играют постоянные геолого - геоморфологические факторы.

В *разделе 4.2* приведены основные этапы проведения ландшафтно-геоморфологического регионального районирования территории КБР при помощи картографирования по степени природной (лавинной) опасности. Основа – вновь составленные карты - схемы лавинной активности северного склона Центрального Кавказа М 1:500000 с комплектом вспомогательных карт - схем и обновлённая относительно (Кюль, 2004) карта - схема лавинной опасности территории КБР (на основе морфоструктурного анализа) М 1: 200000.

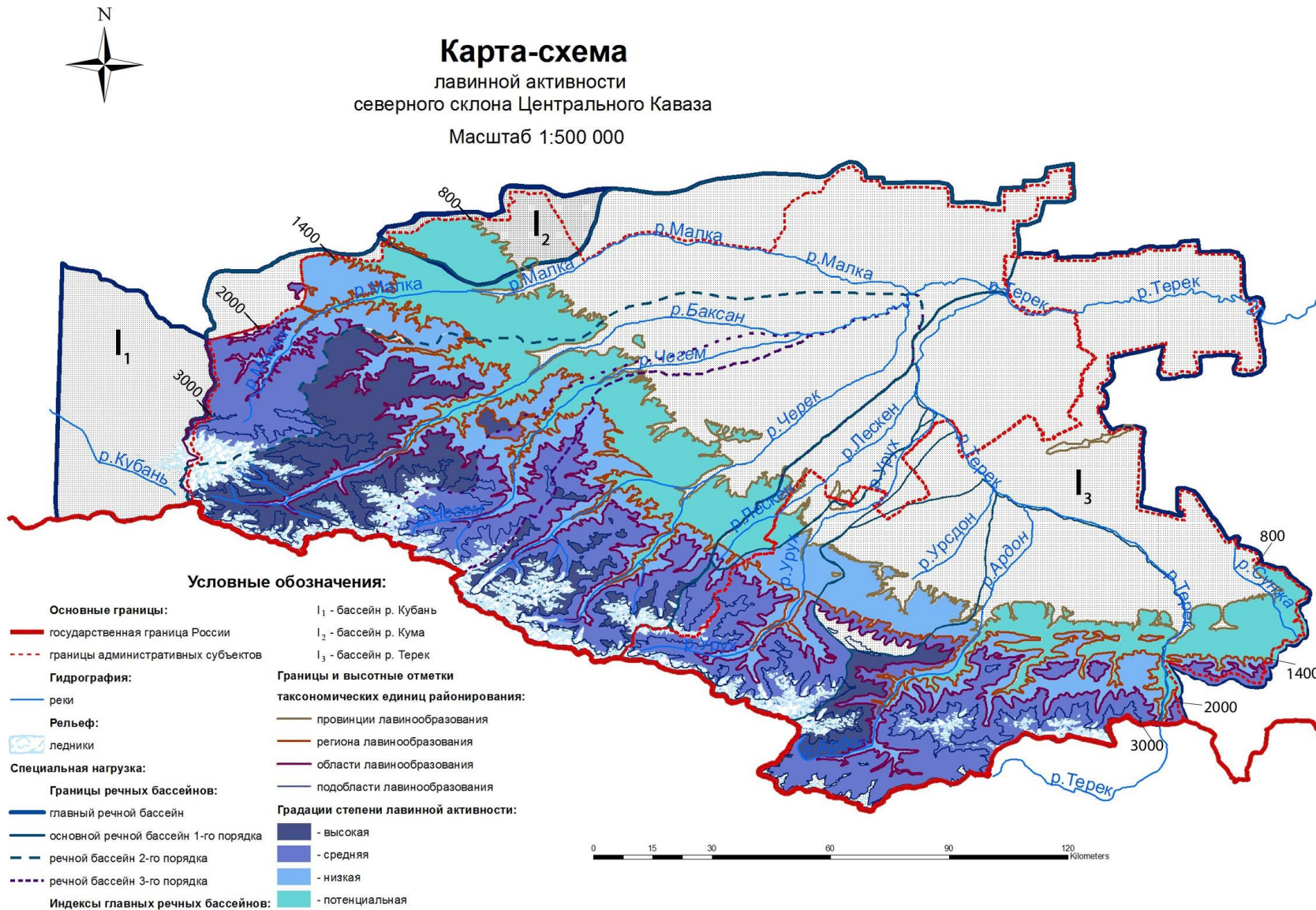


Рисунок 5 – Карта - схема лавинной активности северного склона Центрального Кавказа М 1:500000

На первом подэтапе проведено районирование на основе морфоструктурного анализа территории с учетом снежности территории (с 2004 г. дробность деления увеличена с 12 морфоструктур до 16 в горной части).

На втором подэтапе по результатам полевых исследований 2005 – 2024 гг. составлена уточнённая карта лавинной опасности территории КБР (на основе ландшафтного анализа) М 1:200000 (рисунок 6). С учётом изменения снежности и лавинной активности за последние 20 лет степень лавинной опасности в ряде районов (5 из 8) и подрайонов (12 из 22) лавинообразования, в частности в пределах Скалистого хребта и Северо-Юрской депрессии откорректирована в сторону уменьшения.

Это позволило выделить регионы потенциального и фактического лавинообразования с толщиной снежного покрова соответственно менее 30 и более 30 см. Прослежена общая тенденция в уменьшении степени лавинной опасности с уменьшением абсолютной высоты (максимальна на высотах 2000 – 2500 – 3000 м, минимальна на высотах 800 м) с ЮЗ на СВ. На северных склонах хребтов степень лавинной опасности, как правило, выше, чем на южных (Скалистый и Боковой хребты). Результаты анализа зависимости степени природной опасности от освоенности территории (Кюль и др., 2017) выявили, что к настоящему времени исторические параметры расселения нарушены. При централизованном управлении территорией интенсивные нагрузки на природную среду превысили её самовосстановительные возможности.

Для оценки взаимодействия природной и хозяйственной деятельности составляются среднemasштабные карты оценки влияния освоенности на ОПП М 1:200000 путём наложения карт плотности населения и хозяйственной освоенности территории КБР на карту лавинной опасности (Кюль, 2004). В работе приведён каталог к карте, составленный автором в 2004 г. и откорректированный по результатам анализа освоенности территории КБР (в пределах провинции лавинообразования) на 2020 г. За период с 2004 г. доля сельхозугодий уменьшилась и соответственно увеличилась площадь ландшафтов с рекреационным типом землепользования. Растёт количество НХО, увеличивается за счёт рекреантов плотность населения. На фоне уменьшающегося влияния освоенности на лавинную деятельность, в целом, увеличивается влияние на другие типы ОПП (сели и оползни), что провоцирует в конечном итоге их активизацию.

В *разделе 4.3* анализ результатов картографирования и районирования потенциальной природной опасности территории КБР (см. рисунок 6) выявил, что степень лавинной опасности, как и степень лавинной активности, на территории КБР в среднегорно – высокогорной подпровинции (ниже горизонтали 2000 м) изменилась, т.е. уменьшилась вплоть до потенциальной. Граница региона потенциального образования между низкогорной и среднегорно - высокогорной подпровинциями поднялась с 1400 до 1700 м (нижняя часть северного склона Скалистого хребта). Также выделилась область с потенциальной природной опасностью между Передовым и Скалистым хребтом (Северо - Юрская депрессия), где лавины возможны только в аномальные многоснежные годы.



Рисунок 6 – Карта уточнённая по (Кюль, 2004) лавинной опасности на территории КБР  
(на основе ландшафтного анализа) М 1: 200000

Для комплексной оценки составлена карта - врезка фактической селевой опасности территории г. Тырныауза (по объёму максимального единовременного выноса,  $W$ , м<sup>3</sup>) М 1:200000 по (Кадастр селевой..., 2015) с каталогом с учётом обновлённых данных (добавлены 12 бассейнов, 2 - 12а – 2 -12 м) (Государственный доклад..., 2011; Информационная справка..., 2012; Шагин, 2010). Часть бассейнов имеют очень высокую (рр. Камыксу и Герхожансу) и высокую (рр. Большой Мукуллан, Тютюсу и Кестанты) степени фактической селевой опасности. При учёте сопутствующих ОПП (тектоника, оползни, просадки) степень опасности увеличивается кратно (Кюль и др., Некоторые аспекты..., 2014). Распространены сели антропогенного генезиса за счёт наличия объектов горнодобывающей промышленности, которые приобретают катастрофический характер. Практически весь г. Тырныауз оказывается в зоне действия селей, которые на настоящий момент времени являются ведущим типом ОПП.

Путём наложения карт-врезок фактической лавинной и селевой опасности составлена карта - врезка комплексной опасности Административного округа г.Тырныауза (рисунок 7, слева, таблица 4) с учётом сопутствующих ОПП на 2024 г.

В *разделе 4.4* дана оценка потенциальной безопасности горной территории на примере некоторых избранных геосистем Южного Приэльбрусья (рисунок 7, справа, таблица 5).

Анализ карт комплексной опасности и безопасности г. Тырныауза показал, что в связи с изменившейся снеголавинной обстановкой часть территории попадает в зону региона с крайне неустойчивым снежным покровом (Северо - Юрская депрессия). Не меняется степень лавинной опасности только на Передовом хребте (участки 2 - 02 – 2 - 04; 2 - 68). Но с учётом других ОПП и антропогенной составляющей степень комплексной фактической опасности в большинстве случаев будет даже возрастать. При этом из - за изменения снеголавинной обстановки ведущими в данном районе становятся такие ОПП, как сели с сопутствующими оползнями, обвалами и осыпями. Соответственно изменились типы фактической опасности (лавинная уменьшилась, а селевая, оползневая и обвально - осыпная возросли) и, как следствие, типы инженерных сооружений (с противолавинных на противоселевые и др.). В результате очень высокой антропогенной нагрузки на ландшафт, как и отмечалось ранее (Кюль, 2004), экологическая обстановка на территории г. Тырныауза приближается к кризисной, так как идет активизация других типов ОПП (оползни, обвалы, осыпи) за счет нарушений рельефа вдоль линейных объектов (автодорог, линий ЛЭП и др.).

Активизации лавин способствуют высокая сейсмичность территории (Пшекиш – Тырныаузская структурно - тектоническая шовная зона), обусловленная новейшей тектоникой (Кюль, Сейсмогенные опасные..., 2014). В связи с запуском в эксплуатацию месторождения увеличивается как фактическая опасность территории, так и антропогенная нагрузка, что уже привело к дальнейшей активизации ОПП (в 2024 г. за счёт подрезки склона дорогой при её расширении образовалась оползневая зона длиной около 14 км). Кроме того, г. Тырныауз является геохимическим типом патогенных территорий, что подтверждается медицинской статистикой (Реутова и др., 2019), с высокой степенью риска для освоения и развития и, как следствие, зоной геоэкологической катастрофы.

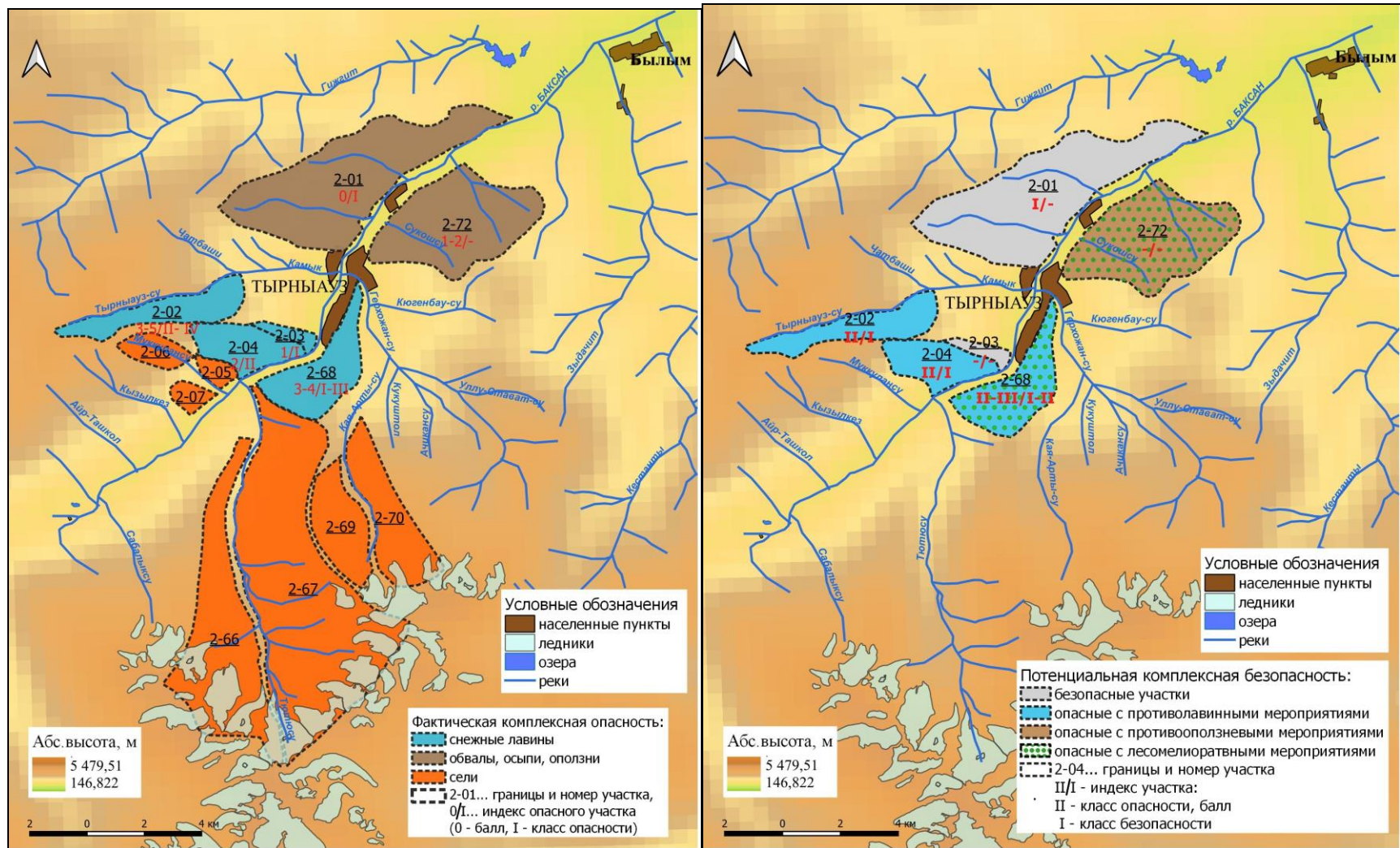


Рисунок 7 – Карты, уточнённые к (Кюль, 2004), фактической комплексной опасности (слева) и фактической потенциальной комплексной безопасности (справа)

Административного округа города Тырныауза М: 1: 200000

Таблица 4 – Каталог (фрагмент) уточнённый, к картам - врезкам фактической лавинной опасности (Кюль, 2004) и комплексной фактической опасности административного округа города Тырнауза

Номер участка лавинообразования по Атласу... (2000)	Группа лавиносборов по степени фактической лавинной	НХО, подверженные воздействию лавин	Степень фактической лавинной опасности, 2004 г./ 2024 г.		Сопутствующие ОПП	Степень комплексной фактической опасности по шкале (см.таблицу1), класс опасности
			количественная, балл	качественная		
2-02*	10	А/д на карьер «Мукулан» и в Урочище «Джилысу» ( <i>восстановлена</i> )	V	разрушительная	То же. Увеличивается на балл за счет угрозы схода <b>гляциального селя</b>	IV класс опасности

Примечание: \* – степень лавинной опасности не меняется; лавиносборам с ведущим типом ОПП оползни класс опасности не присваивается

Принятые сокращения: а/д – автодорога; л. – лавиносбор.

Жирным шрифтом показан ведущий тип ОПП, курсивом – изменения в данных на 2024 г.

Таблица 5 – Каталог (фрагмент), уточнённый к (Кюль, 2004), к карте комплексной потенциальной безопасности территории г. Тырнауза

Номер участка лавинообразования по Атласу... (2000) и Кадастру... (2015)	Группа лавиносборов по типу противолавинных мероприятий	Тип защитных мероприятий, в т.ч. лесомелиоративных, 2004 г./2024 г.,	Тип защищаемого объекта, 2004 г./ 2024 г.	Степень фактической лавинной опасности, балл, 2004/ 2024	Степень лавинной безопасности, балл, 2004/2024	Тип ОПП на 2024 г.	Степень комплексной фактической опасности/ безопасности ,класс опасности
2-02 *	10	Комбинированный I типа: ПСЛ и лавинопропускающие сооружения / то же и <b>селепротпускной лоток с направляющей дамбой (правый борт, подпорные стенки, закрепление и залужение склонов</b>	Линейный (а/д). Площадной (жилые дома и промышленные объекты) /-	V / V	II / I	Лавины и сели, в т.ч. гляциальные, оползни	II / I

Примечание: \* – степень лавинной опасности не меняется; \*\* – лавиносборы, где намечены противолавинные лесомелиоративные мероприятия.

Принятые сокращения: а/д – автодорога. Жирный шрифт – имеющиеся сооружения, курсив – проектируемые

Результаты оценки территории г. Тырнауза по фактической опасности и безопасности на 3-м и 4-м этапах, проведенные автором ранее (Кюль, 2004) и уточненные в 2024 г. позволили выбрать участки с высокой степенью воздействия лавин на природную среду, нуждающиеся в защите, в первую очередь (район ТВМК, бассейн р. Камыксу, ЮВ и СЗ г. Тырнауза по правому борту р. Баксан). Защитные мероприятия, откорректированные по ведущему типу ОПП, дали возможность снизить этот уровень воздействия до I –II баллов, II / I класс опасности. Полученные данные послужили основой для выбора системы мероприятий по борьбе с ОПП на территории г. Тырнауза, где сочетаются способы инженерной защиты, методы контроля воздействия ОПП и лесомелиоративные мероприятия. Применён метод ПСЛ, разработанный автором совместно с В.Т. Федоровым (Кюль, 2004).

Можно сделать вывод, что, как и было установлено автором в (Кюль, 2004) и затем подтверждено в ходе последующих исследований, одной из важных регулирующих составляющих при освоении горной территории является система, состоящая из опасной территории и собственно сходящих там ОПП. Как следствие, возникают такие проблемы, как ограниченное наличие свободных земель, пригодных для освоения, в частности, для строительства хозяйственных объектов, и необходимость вложения дополнительных финансовых средств для борьбы с ОПП. В работе предлагается дальнейшая стратегия освоения и развития горных территорий, основная суть которой заключается в оптимальном регулировании негативного воздействия ОПП на окружающую среду территории.

## **Глава 5 Анализ трансформации горных ландшафтов опасными природными процессами (на примере Кабардино - Балкарской Республики)**

В *разделе 5. 1* уточнены результаты районирования 2004 г., выявившие закономерности в распределении типов рельефа по площади по степени проявления лавинных признаков в рельефе (Кюль, Оценка изменения..., 2014). Подтверждён вывод 2004 года (Кюль, 2004), что по глубине расчленения рельефа идёт вертикальная территориальная дифференциация типов рельефа с ЮЗ на СВ со сменой чрезвычайно глубоко- и очень глубокорасчлененного рельефа в высокогорной части до глубоко- и среднерасчлененного в среднегорной и средне- и мелкорасчлененного в низкогорной частях. С учетом густоты расчленения рельефа наблюдается бассейновая дифференциация типов рельефа. Приведено распределение типов рельефа лавинообразования по площади. На основе типизации опасных ландшафтов 2004 г. в 2024 проведено уточнение границ 9-ти ранее выделенных типов лавиноопасных территорий. При анализе распределения типов рельефа и ландшафтов, был еще раз подтвержден вывод 2004 г. (Кюль, 2004), что практически на всей горной части КБР рельеф благоприятен для лавинообразования (около 50% занимают второй, третий, четвертый и пятый типы рельефа, где степень проявления признаков лавинной деятельности в рельефе довольно высока).

Но по результатам исследований с 2005 по 2024 гг. установлено, что площадь территории, где лавинные процессы развиты хорошо (от средней до чрезвычайно высокой степени лавинной опасности) уменьшилась с 37 до 27% за счёт изменения, в первую очередь, снежности, и соответственно увеличился регион потенциального лавинообразования на 10%.

В *разделе 5.2* проведён анализ формирования природно - антропогенных геосистем (ПАГ) при взаимодействии ОПП и освоенности. Определён локальный участок исследований с комплексом различных типов опасных ландшафтов и ПАГ для апробации системного методологического подхода: бассейн р. Баксан, верховья, Южное Приэльбрусье, Эльбрусский район КБР. Проведено выделение ПАГ с ведущими типами ОПП по 4 - м основным типам землепользования на основе анализа поражённости территории ОПП. Выполнен анализ трансформации ландшафтов в ПАГ с различными типами ОПП и землепользования (3).

1. Лавинная природно-антропогенная геосистема с рекреационным типом землепользования. ПАГ 12. Левый борт Баксанского ущелья (от Поляны Азау до ущелья Гарабаши). Лавиносборы 78 (33) – 71(41) (Кюль, Многолетний анализ..., 2015). При взаимодействии лавин с защитой (сетки, кольткафели, щиты) и за счёт рекреационной деятельности (строительство рекреационных объектов, в т. ч. канатных дорог) в верховьях р Баксан на месте первичных образовались ПАГ с различной степенью трансформации ландшафтов.

2. Лавинная природно- антропогенная геосистема с инженерно-коммуникационным типом землепользования, участок автодороги – 2, 5 км, от верхней части посёлка Терскол до Поляны Азау. ПАГ 13. За 150 лет наблюдалось 13 зимних сезонов с массовым сходом лавин, в т. ч. катастрофических (Кюль, Многолетний анализ...,2015). Наиболее опасны 15 лавиносборов, 62 (9) – 57 (15), откуда с периодичностью 1 раз в 3 – 9 лет мощные лавины сходили в 20-летний период с 1967 по 1987 гг. В связи со сходами катастрофических лавин из лавиносборов 62 (9) – 60(11) площадь сосняков сократилась на 77, 3 га и более чем на 51 % относительно всей залесённой площади участка (около 150 га) (Кюль и др., Геоэкологическое состояние..., 2018). Кроме лавин достаточно широко развиты обвально - осыпные процессы, которые также принимают участие в трансформации растительности. Выявлено, что более 50% ландшафтов подверглось трансформации в той или иной степени. В верхней части конусов выноса лавин в связи со строительством комплекса противолавинных сооружений растительность была уничтожена полностью. Поэтому на месте первичных сформированы ПАГ с ландшафтами, частично или полностью изменёнными ОПП и хозяйственной деятельностью (Кюль и др., Геоэкологическое состояние..., 2018).

3. Комплексная природно-антропогенная геосистема с горнодобывающим типом землепользования. Тырнаузский вольфрамово-молибденовый комбинат (ТВМК), КБР (Кюль и др., 2015;2016; Kyul et al., 2017). На месте сформированных техногенных ландшафтов по (Федотов,1985) ( Кюль и др., Оценка состояния..., 2016) в ходе полевых работ 2014 – 2018 и 2022– 2024 гг. выявлены зоны с ведущим типом ОПП и нарушенной техногенной обстановкой (Kyul et al, 2017; 2019]:1) селевой склон (карьерные отвалы по

рр. Большой и Малый Мукуллан выше г. Тырнауза); 2) оползневой просадочный склон на левом борту реки Баксан в черте г.Тырнауза; 3) обвально - осыпной склон по пульпопроводу; 4) оползневой обвально - осыпной склон в районе хвостохранилища в устье р. Гижгит. Для зоны 2 дана характеристика оползневых массивов (5) по 6 - ти параметрам (Кюль и др., Оценка состояния..., 2016): адрес и мофометрия склона; тип, форма и размеры оползня; характер смещения и состав оползневых масс; гидрогеологическая обстановка; возможные последствия (описание оползней идёт с ЮЗ на СВ, вниз по течению р. Баксан, нумерация – по Отчёту.... (Исследование оползневой..., 1995) (рисунок 8).

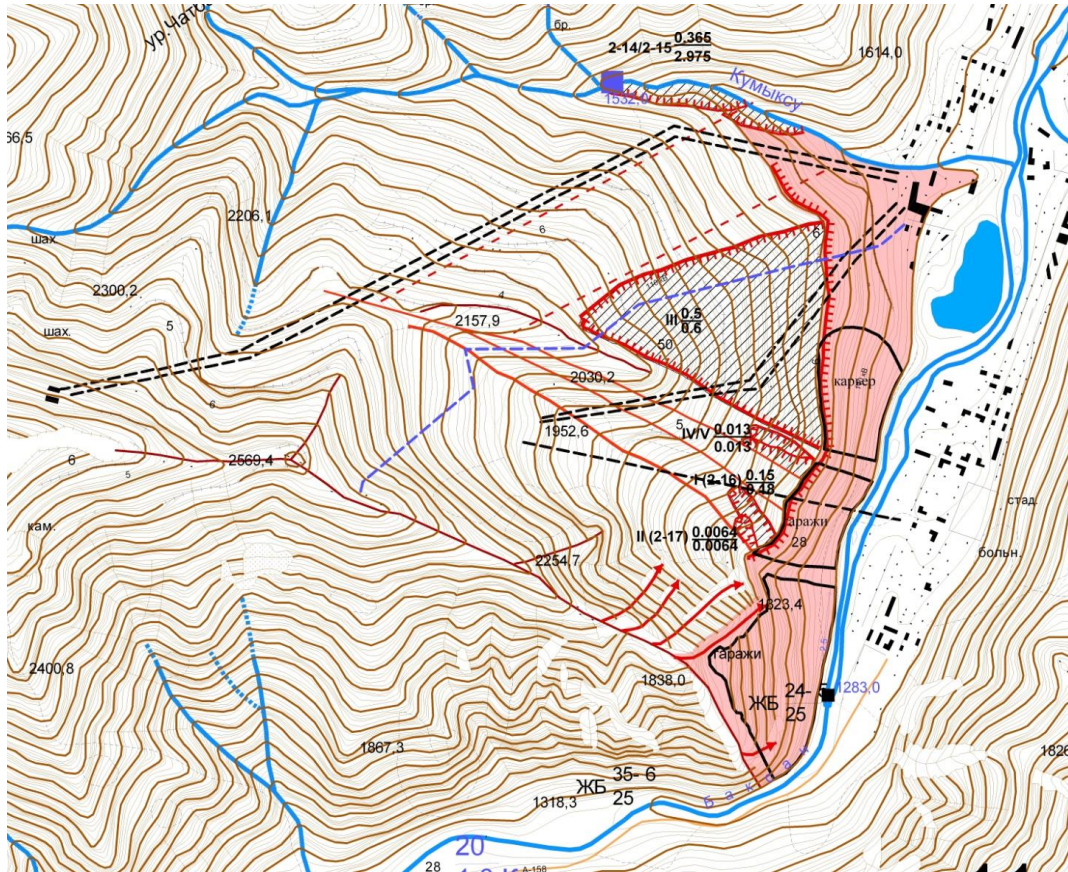


Рисунок 8 – Карта – схема оползневой обстановки в районе города Тырнауза и объектов ТВМК М 1: 50000 (Кюль и др., Оценка состояния...,2015)

Условные обозначения: к карте-схеме:

- хребты;
- тектонические разломы
- зоны дробления
- Специальная нагрузка:*
- селевые рытвины
- селевые русла
- оползни
- зоны нарушения стабильности склона за счет подрезки земляными и дорожными работами

**I 0.1 – III 0,5 / 8,6** -индекс оползня: номер, в дроби верхнее число – площадь оползня,  $S$ , км<sup>2</sup>, нижнее число – объем оползневой массы,  $W$ , млн. м<sup>3</sup>

В результате в зоне 2 по высотным отметкам выделены 5 ландшафтно - техногенных зон с различной степенью нарушенности – изменения процессов функционирования и состава компонентов ландшафта в результате внешнего (в т. ч. антропогенного) воздействия (Демиденко, 2018; Кюль, Влияние опасных..., 2016; Кюль и др., Оптимизация техногенных..., 2018). Более 70% территории заняты нарушенными ландшафтами за счёт горнодобывающей деятельности (таблица 6).

Таблица 6 – Характеристика ландшафтно-техногенных зон (объекты ТВМК) (Кюль и др., Оптимизация техногенных..., 2018)

№	Местоположение. А. в. о. н. у. м, м.	Ландшафтные зона и пояс	Классификация ландшафта	Степень нарушенности, S, %
1	1100-1700-1900 м Передовой хребет, северный склон.	Выделены снизу вверх	Природно-антропогенный (техногенный)	От 0 до 100%
	Левый борт р. Баксан	1. Надпойменная террасная лесная зона. Лесной пойменный пояс.	1. Карьерный (гравийный карьер)	Более 90
	Правый борт р. Камыксу	2. Надпойменная террасная лесная зона. Лесной пойменный пояс.	2. Шахтный про-садочный (шахта «Камык»)	70-90
	Левый борт р. Баксан	3. Среднегорная степная зона. Степной кустарниковый пояс.	3. Экстрактивный обогатительная фабрика)	Более 70
	1400-1700-1900-2500 м. До 3000 м. Передовой хребет, северный склон. Левый борт р. Баксан	4. Среднегорно-высокогорная степная зона. Степной кустарниковый пояс.	4. Рудниковый штольный про-садочный на (рудник «Молибден»)	70-90
		5. Среднегорно-высокогорная лесная зона. Лесной пояс.	5. Экстрактивный (промплощадка)	Более 70
6. Высокогорная луговая зона. Субальпийский и альпийский лугово-степной пояс. Субнивальный пояс.		6. Отвально-экстрактивный (карьеры «Высотный» и «Мукуллан»)	Около 90	

Уничтожение растительного покрова за счёт нарушения рельефа, в частности, древесно - кустарниковой растительности, спровоцировало активизацию ОПП (последняя активизация ОПП произошла в феврале 2025 г. – образовалась сплошная оползневая зона длиной 14 км на автодороге Тырнауз – Джилысу, см. рисунок 9) (Кюль и др., Оптимизация техногенных..., 2018).

Автором даны рекомендации по оптимизации природной среды территории.

1 - й блок. Технический. Прекращение строительства в нижней части склона и работ на гравийном карьере (надпойменная терраса р. Баксан). Стабилизация склона за счёт рекультивации подземных выработок (рудник «Молибден» и шахта «Камык»): засыпка пустот пустой породой за счёт карьерных отвалов и хвостохранилища и заполнение их водой. Это позволит получить финансовые средства для проведения защитных мероприятий.

2 - й блок. Лесомелиоративный. Закрепление склонов при помощи залужения и создания защитных лесных полос параллельно с техническими мероприятиями (необходимо заложить серию питомников с местными видами деревьев и кустарников) (Кюль и др., Оптимизация техногенных..., 2018).

В *разделе 5.3* проведён анализ последствий схода ОПП. Приведены примеры составления карт трансформации ландшафтов. На карте трансформации ландшафтов селями (основа – карты освоенности и селевых бассейнов) (Кадастр..., 2015) выделены в границах селевых бассейнов цветом группы опасных ландшафтов (по ведущим типам землепользования) с оценкой изменения рельефа и растительности (рисунок 9). В каталоге (таблица 7) даны причины изменения (антропогенная нагрузка – рекреанты и др.) и типы нарушения (вытаптывание и др.).

Ландшафты с ведущим лавинным типом ОПП выделены на основе карты лавинных участков р. Баксан, верховья (Кадастр..., 2001) и определены в границах лавиноопасных участков 2- 34 –2 -42, ПАГ № 12 –13 по авторским классификациям. При этом выполнена характеристика элементарных единиц рельефа лавинообразования, которая позволяет уточнить степень лавинной опасности (Свидетельство о государственной..., 2016) и безопасности с учётом мер борьбы с лавинами.

Можно сделать вывод, что с увеличением количества типов землепользования степень нарушенности растёт вплоть до формирования лавинных и др. ландшафтов. Южное Приэльбрусье (верховья р. Баксан) можно выделить в зону геоэкологического риска.

Впервые приведены результаты формирования мониторинговой сети (Kyul, 2020) по степени природной опасности для локального участка. На рисунке 10 дана карта мониторинговой селевой сети на основе карты селевых бассейнов (Кадастр..., 2015), верховья р. Баксан, Южное Приэльбрусье, КБР, М 1:200000 с каталогом (таблица 8). По классам опасности, присвоенным по объёму единовременного выноса селевой массы и скорректированному по антропогенной нагрузке, дана характеристика мониторинга для каждого селевого бассейна с учётом частоты схода селей (Кадастр..., 2015). Такая система позволяет перейти от ликвидации последствий ОПП к их предупреждению.

В *разделе 5.4* дан анализ оперативной геоэкологической обстановки для контроля за состоянием природной среды Южного Приэльбрусья).

На основе анализа факторов развития территории составлена блочная структура «имитационной модели» региона, разработанная по методике Международного института прикладного системного анализа – МИПСА) (Kyul, E.V. Geoeological approaches..., 2020).

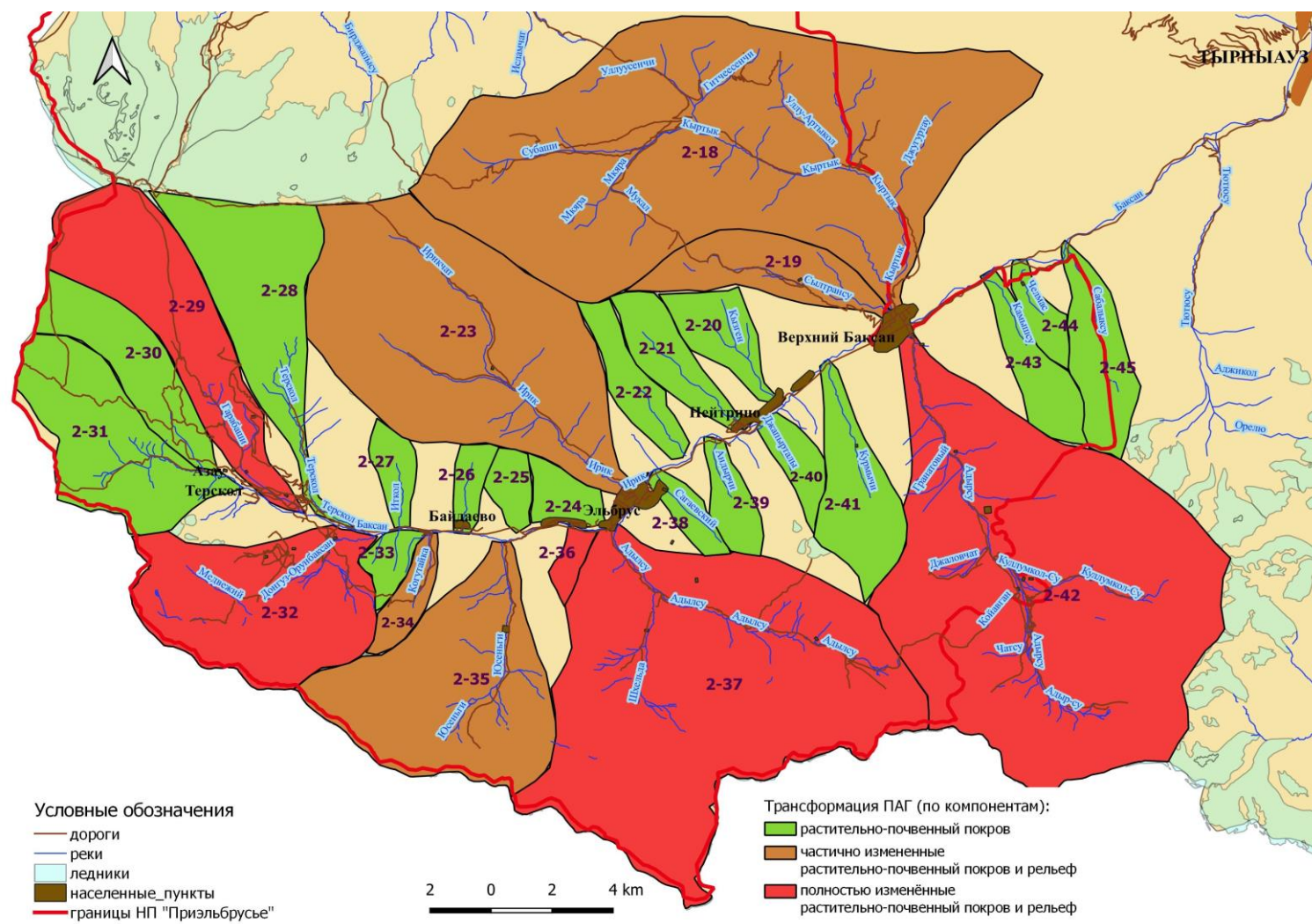


Рисунок 9 – Карта трансформации ландшафтов на основе карты селевых бассейнов (Кадастр...,2015).  
Верховья реки Баксан. Южное Приэльбрусье, КБР  
М 1:200000



Таблица 7 – Каталог (фрагмент), объединённый, к картам освоенности по типам землепользования и трансформации ландшафтов. Верховья реки Баксан. Южное Приэльбрусье, КБР (на основе карты селевых бассейнов) (Кадастр...,2015)

№№	Типы землепользования	Количество селевых бассейнов	№/№ селевых бассейнов	Угроза НХО	Трансформация ландшафтов		
					компонент ландшафта	антропогенная нагрузка	нарушения
3	Сельскохозяйственный + Природоохранный + рекреационный + инженерно-коммуникационный	5	2-29/2-32/ 2-36/2- 37/2-42	2-29-автодороге, мосту и п. Терскол; 2-37-автодороге и рекреационным объектам (2); 2-42- автодороге, мосту, подъемнику и рекреационным объектам (2)	рельеф	строительство	полное изменение рельефа
					растительность и почвы	рекреанты	вытаптывание

Принятые сокращения: в-верхний; п-посёлок; р-река; т/б-турбаза.

Ведущие типы землепользования на рассматриваемой территории сохраняются

Таблица 8 – Каталог (фрагмент) к карте мониторинговой сети, верховья реки Баксан. Южное Приэльбрусье, КБР

№№	№/№ селевых бассейнов	Количество селевых бассейнов	Объем единовременного выноса, W, м <sup>3</sup>	Угроза НХО	Характеристика мониторинга		
					класс опасности		периодичность/ с учётом повторяемости схода
					по объёму выноса, W, м <sup>3</sup>	+ антропогенная нагрузка	
1	2	3	4	5	6	7	8
5	2-29; 2-37; 2-42	4	Более 700000	2-29- автодороге, мосту и п. Терскол	IV	до катастрофического	несколько раз в год селеопасный период / более 10
				2-37-автодороге и рекреационным объектам (2); 2-42- автодороге, мосту, подъемнику и рекреационным объектам (2)	IV	до катастрофического	постоянно в селевой период/менее 10

Принятые сокращения: в – верхний; п – посёлок; р – река; т/б – турбаза; а/д – автодорога; р/о – рекреационный объект.

Ведущие типы землепользования на рассматриваемой территории сохраняются.

Курсивом выделены бассейны, где за счёт антропогенной нагрузки класс опасности увеличивается

Из анализа блоков будущей модели (спрос на средства отдыха, рост населения и развитие экономики, изменения в окружающей среде и народном хозяйстве; контроль над использованием территории) можно дать основные прогнозы по развитию территории: 1) на фоне потенциального спроса рост индустрии отдыха будет ограничиваться ростом численности местного населения; 2) площадь, пригодная для использования, с развитием туризма будет сокращаться; 3) при развитии хозяйственного комплекса территории из-за перестройки землепользования неизбежно будет ухудшаться качество окружающей среды, в т.ч. и за счет активизации ОПП; 4) сокращение ресурсов и спроса на фоне роста населения и развития экономики могут привести к социально-экономическому кризису. Создание такой модели может послужить основой для стабилизации развития горной лавиноопасной рекреационной местности с учетом правильно выбранной геоэкологической стратегии, основанной на решении главной проблемы — проблемы безопасности территории.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### ***Основные результаты исследования:***

1. Междисциплинарный системный подход к оценке влияния ОПП на горные ландшафты даёт возможность решить одну из важнейших приоритетных научных проблем для горной территории (на примере северного склона Большого Кавказа) – проблему изменения ландшафтов под воздействием ОПП.

Разработанные при этом методики оценки подверженности ОПП, активности, опасности и безопасности при помощи картографирования и районирования ОПП позволяют решить ряд первоочередных задач по проблеме исследования, а именно: а) провести систематизацию условий и факторов образования ОПП, типов ОПП и критериев их выбора для оценки, а также ландшафтов по типам землепользования; признаков проявления ОПП в ландшафте; б) уточнить, разработанную в 2004 г. (Кюль, 2004)) регионально-типологическую схему районирования лавинной опасности на основе геоморфологического анализа эндогенных и экзогенных форм рельефа и ландшафтно-дифференцированного метода оценки И. В. Северского и В. П. Благовещенского с учетом снежности территории; в) провести анализ изменения ландшафтов ОПП и выбрать способы оценки ландшафтов на предмет устойчивости к воздействию ОПП для оценки потенциальной безопасности территории.

Для апробации некоторых аспектов проблемы исследования разработана методика геоэкологического мониторинга, которая позволяет создать научно обоснованную систему мер борьбы с ними.

Авторский системный подход — комплексный и универсальный и даёт возможность оценить трансформацию ландшафтов ОПП на всех стадиях, от образования до проявления в ландшафте на любой горной территории с учётом её региональных особенностей.

Как практический итог разработаны Макеты справочника– словаря и фотоальбома по лавинной деятельности (раздел – формы рельефа лавинообразования) и комплект (20) цифровых разномасштабных специальных карт и карт - схем, а также 1 легенда и 1 каталог к карте.

2. При картографировании и районировании подверженности территории ОПП с учётом изученности и типов землепользования впервые проведена оценка степени подверженности северного склона Большого Кавказа ОПП. Выявлены ведущие типы ОПП (снежные лавины и сели), а также основные типы – оползни, обвалы и осыпи, отложения при сходах которых являются подпиткой для вышеназванных процессов.

Установлено, что типы землепользования и степень подверженности ОПП имеют одинаковый характер изменения как по широте, так и по отдельным речным бассейнам: наиболее хорошо освоен Центральный Кавказ (сильная и чрезвычайно сильная степени подверженности ОПП); наименее освоены на Западном Кавказе ЮВ часть Краснодарского края (бассейн р. Малая Лаба) и ЮЗ часть КЧР (бассейн р. Большая Лаба), а также Республики Адыгея, и на Восточном Кавказе – Республика Ингушетия (очень слабые и слабые степени подверженности ОПП).

Результаты по подверженности территории ОПП определили регион с наиболее высоким «геоэкологическим риском» для освоения – северный склон Центрального Кавказа с ведущим типом ОПП – снежными лавинами. Как практический итог созданы социально – экономические базы по подверженности ОПП населённых пунктов КЧР и КБР (Нирова, Кюль, 2024).

3. При картографировании и районировании лавинной активности территории с учётом поражённости и снежности уточнена на основе анализа уже существующих методик (АСЛРМ,1997; Атлас «Снег и лёд...», 2015) степень активности ОПП северного склона Центрального Кавказа.

Выделено 5 основных бассейнов лавинообразования в границах 3-х областей лавинообразования и 1-й подобласти. При этом выявлено, что при меньшей площади, занятой лавинами, на территории КБР количество лавиносборов значительно больше почти в 2 раза, а геоморфологическая поражённость территории КБР на порядок выше, чем в РСО - Алания (по климатической поражённости наблюдается обратная тенденция). Причём, если территория под лавинами в РСО - Алания увеличилась за счёт смещения границы провинции лавинообразования вниз, то в КБР, наоборот, площадь провинции лавинообразования и, в частности, региона фактического лавинообразования резко уменьшилась (поднялась вверх до отметки 1700 –2000 м). Это связано, в первую очередь, с изменением климатических параметров – распределением твёрдых осадков (снега). Для уточнения данных по снежности территории необходимо возобновить ежегодные снеголавинные исследования на исследуемой территории.

4. При картографировании и районировании природной опасности уточнены по результатам авторского исследования 2004 г. степени природной опасности территории на республиканском и локальном (КБР и Приэльбрусье) уровнях. На основе регионально - типологической схемы 2004 г. (Кюль, 2004), проведено комплексное поэтапное районирование по лавинной опасности и установлено, что степень лавинной опасности, как и степень лавинной активности, в горной части территории КБР в среднегорно-высокогорной части (ниже горизонтали 2000 м) уменьшилась вплоть до потенциальной.

Оценка фактической природной (лавинной, селевой и комплексной) опасности Административного округа г. Тырнауза впервые позволила выделить опасные

ландшафты с комплексом ОПП. Для оценки влияния освоённости на активизацию ОПП (в работе приведён уточнённый каталог) скорректирована степень опасности ОПП, что позволяет отрегулировать степень воздействия лавин на природную среду, а также население и НХО, и уменьшать ее до оптимальной.

5. При картографировании и районировании природной безопасности уточнены по результатам авторского исследования 2004 г. (Кюль, 2004) степени потенциальной (лавинной, селевой и комплексной) безопасности Административного округа г. Тырнауза (горнодобывающий тип землепользования). Полученные данные впервые позволили определить оптимальную систему мер по борьбе с ОПП (инженерные сооружения, ПСЛ и авторский метод спуска лавин с применением полуавтоматического модуля), которые дали возможность снизить этот уровень воздействия до оптимального (I – II балла, II / I класс опасности).

Из-за изменения снеголавинной обстановки ведущими в данном районе становятся такие ОПП, как сели с сопутствующими оползнями, обвалами и осыпями. Класс опасности за счёт этого тоже меняется.

В связи с запуском в эксплуатацию Тырнаузского вольфрамово-молибденового месторождения увеличивается и антропогенная нагрузка на ландшафт. Анализ опасной территории с комплексом защитных сооружений (инженерно-коммуникационный тип землепользования), верховья р. Баксан, позволил оценить состояние и эффективность защиты от ОПП и целесообразность строительства таких сооружений (она не всегда оправдана, т.к. резко увеличивает антропогенную нагрузку на ландшафт, формируя антропогенно-модифицированные ландшафты).

Как практический итог поэтапного картографирования и районирования ОПП (пп. 2 – 5) получен комплект специальных цифровых карт и карт - схем с каталогами и базами данных (по участкам лавинообразования и селевым бассейнам). Комплект полученных авторских карт позволяет в будущем создать серию атласов и кадастров по стадиям развития различных типов ОПП на различные административные субъекты.

6. Результаты апробации системного подхода, проведенные впервые для территории КБР и Приэльбрусья следующие:

– типизация рельефа лавинообразования и опасных ландшафтов выявила тенденцию уменьшения площади лавиноопасной территории с 2004 года с 37 до 27% за счёт изменения снежности и соответственно увеличения селеопасной площади;

– оценка влияния ОПП на природную среду с учётом освоённости для Южного Приэльбрусья по результатам исследований (Кюль, Некоторые результаты..., 2015) выявила значительную (от 50 до 70 %) степень трансформации ландшафтов с высотной экспозиционной дифференциацией, что связано с антропогенной нагрузкой на ландшафт; увеличение количества типов землепользования и добавление к традиционным типам новых ресурсозатратных (рекреационный и инженерно-коммуникационный) приводит к увеличению степени трансформации вплоть до полного изменения ландшафтов;

– с учётом оценки влияния ОПП на природную среду разработана система селевого мониторинга Южного Приэльбрусья; по классам опасности, выделенным по объёму единовременного выноса селевой массы и скорректированным по антропогенной

нагрузке, определена периодичность наблюдений для каждого селевого бассейна с учётом частоты схода селей, что позволяет перейти от ликвидации последствий ОПП к их предупреждению;

– для ПАГ с горнодобывающим типом землепользования (район г. Тырныауза с объектами ТВМК) выявлена тенденция увеличения степени трансформации техногенных ландшафтов с активизацией техногенных процессов (более 70% территории заняты нарушенными ландшафтами); для оптимизации природной среды территории г. Тырныауза предложен комплекс технических и лесомелиоративные мероприятий;

– подтверждено ранее высказанное автором утверждение (Кюль, 2004; Оценка изменения..., 2014) о том, что одной из важных регулирующих составляющих безопасности горной территории является система, состоящая из опасной территории и собственно сходящих там ОПП; при этом возникают такие геоэкологические проблемы, как ограниченное наличие свободных земель, пригодных для освоения, и необходимость вложения дополнительных финансовых средств для борьбы с ОПП; в горных ландшафтах ОПП можно выделить как самостоятельный компонент ландшафта, что еще раз подчёркивает приоритетность и важность разработки методологии на основе данного системного междисциплинарного подхода для оценки безопасного состояния именно горных ландшафтов;

– для прогноза развития горной территории с учётом ОПП и освоенности проведён анализ 4-х основных факторов развития и выявлено, что главным лимитирующим фактором являются ОПП, в частности, снежные лавины, которые приводят к резкому ухудшению состояния ландшафтов и замедлению развития региона; при этом основой для стабилизации безопасного развития региона является правильно выбранная геоэкологическая стратегия и, в частности оптимальное регулирование негативного воздействия ОПП на окружающую среду территории.

Исходя из вышесказанного, Южное Приэльбрусье (верховья р. Баксан, Эльбрусский административный район КБР в границах Национального парка «Приэльбрусье») можно выделить условно в *зону геоэкологического риска*, а территорию Административного округа г. Тырныауза с учётом геохимического загрязнения – в *зону геоэкологической катастрофы*.

## **СПИСОК РАБОТ АВТОРА, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Всего по теме диссертации опубликовано **48 публикаций**, из них статьи – 43, монографии – 3, свидетельства о регистрации – 2. Основные работы приведены ниже.

### **Статьи в научных изданиях, входящих в перечень ВАК**

1. Гаджибеков, М.И. Природно-ресурсный потенциал горной территории как фактор устойчивого развития региона (на примере Акушинского района Республики Дагестан) / М.И. Гаджибеков, З.В. Атаев, **Е.В. Кюль** // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2019. – Т. 13, № 4. – С. 77-87. КЗ.

2. **Кюль, Е. В.** Влияние постоянных факторов лавинообразования на пространственную дифференциацию лавинной деятельности / **Е. В. Кюль** // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2011. – № 5(43). – С. 71-76. К2.

3. **Кюль, Е. В.** Ландшафтная оценка селеопасности территории / **Е. В. Кюль**, Д. Р. Джаппуев // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2011. – № 6(44). – С. 90-96. К2.

4. **Кюль, Е. В.** Принципы нивально-гляциального районирования с учетом опасных природных явлений / **Е. В. Кюль**, А. В. Мальбахов // Перспективы науки. – 2012. – № 8 (35). – С. 007-010. К3.

5. **Кюль, Е. В.** О математическом моделировании процесса трансформации селевого потока / **Е. В. Кюль**, Д. Р. Джаппуев // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2012. – № 2 (168). – С. 86-88. К2.

6. **Кюль, Е. В.** Характер изменения рельефа горной территории лавинной деятельностью / **Е. В. Кюль** // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2014. – № 1 (57). – С. 51-55. К2.

7. **Кюль, Е. В.** Оценка изменения ландшафтов лавинной деятельностью (по ландшафтным признакам частоты схода лавин) / **Е. В. Кюль** // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2014. – № 3 (59). – С. 53-59. К2.

8. **Кюль, Е. В.** О детализации геолого-геоморфологического районирования опасных природных процессов (на примере территории Кабардино-Балкарской Республики) / **Е. В. Кюль** // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2014. – № (61). – С. 56-61. К2.

9. **Кюль, Е. В.** Многолетний анализ лавинной деятельности в некоторых избранных геосистемах Южного Приэльбрусья / **Е. В. Кюль** // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2015. – № 3 (65). – С. 48-54. К2.

10. **Кюль, Е. В.** Некоторые результаты исследования трансформации ландшафтов Южного Приэльбрусья снежными лавинами / **Е. В. Кюль** // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2015. – № 5 (67). – С. 61-69. К2.

11. **Кюль, Е. В.** Исследование взаимосвязи между лавинной активностью и трансформацией растительности (на примере Южного Приэльбрусья) / **Е. В. Кюль** // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2015. – № 6-2 (68). – С. 253-260. К2.

12. **Кюль, Е. В.** Влияние лавинной деятельности на линейные хозяйственные объекты Карачаево-Черкесской Республики (на примере бассейна р. Теберда) / **Е. В. Кюль** // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2016. – № 4 (72). – С. 43-49. К2.

13. **Кюль, Е. В.** Вопросы комплексной оценки фактической природной опасности территории Кабардино-Балкарской Республики (на примере бассейна р. Чегем) / **Е. В. Кюль** // Геология и геофизика Юга России. – 2017. – №1. – С. 24-32. К1.

14. **Кюль, Е. В.** Тектонические оползневые массивы Центрального Кавказа / **Е. В. Кюль** // Геология и геофизика Юга России. – 2017. – № 2. – С. 67-81. К1.

15. **Кюль, Е. В.** Анализ оползневой деятельности в бассейне р. Чегем (Кабардино-Балкарская Республика) / **Е. В. Кюль**, Д. А. Анисимов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2017. – № 1 (75). – С. 49-58. К2.

16. **Кюль, Е. В.** Анализ оползневой деятельности в бассейне р. Черек (Кабардино-Балкарская Республика) / **Е. В. Кюль**, Д. А. Анисимов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2017. – № 2 (76). – С. 64-72. К2.

17. **Кюль, Е. В.** Анализ развития природно-антропогенных оползневых и обвально-осыпных процессов в бассейне р. Малка / **Е. В. Кюль** // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2017. – № 6-1 (80). – С. 82-91. К2.

18. **Кюль, Е. В.** Роль тектоники в образовании малых водных объектов / **Е. В. Кюль**, Л. И. Канкулова // Геология и геофизика Юга России. – 2018. – № 2. – С.46-60. К1.

19. **Кюль, Е. В.** Селевая деятельность в бассейне реки Самур (Восточный Кавказ) по результатам мониторинга 2020 года / **Е. В. Кюль**, М. М. Гедуева, З. В. Атаев // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2021. – Т. 15, № 1. – С. 73-88. К3.

20. Оценка состояния речных бассейнов Национального парка «Приэльбрусье» / З. С. Нирова, **Е. В. Кюль**, З. Р. Байдаева, Д. Р. Джаппуев // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2024. – Т. 18, № 1. – С. 59-69. К3.

21. Фёдоров, Ю. А. Особенности селеформирования в сложных геолого-гидрологических условиях / Ю. А. Фёдоров, **Е. В. Кюль**, Д. Р. Джаппуев // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2012. – № 2(168). – С. 101-104. К2.

22. **Кюль, Е. В.** Геолого-геоморфологический анализ горной территории при оценке природной опасности (на примере Кабардино-Балкарской Республики) / **Е. В. Кюль**, Н. А. Борисова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2017. – № 2. – С. 59-67. К2, RSCI.

#### **Статьи в научных изданиях, входящих в Scopus, Web of Science**

23. **Кюль, Е. В.** Теоретические основы геоэкологического мониторинга горных геосистем / **Е. В. Кюль**, А. К. Езаов, Л. И. Канкулова // Устойчивое развитие горных территорий. – 2019. – Т. 11, № 1(39). – С. 36-43. К1.

24. **Kyul, E.V.** Geocological monitoring of dangerous natural processes / **E. V. Kyul** // International Journal of Ecology & Development. – 2020. – Vol.35, No 2. – P.55-66.K3.

25. Results of monitoring of hazardous natural processes in the Belaya river basin / **E. V. Kyul**, N. V. Kondratyeva, M. M. Gedueva, D. R. Dzhappuev // Russian Journal of Earth Sciences. – 2022. – Vol. 22, No 5. – P. ES0105.– URL: <https://doi.org/10.2205/2022ES01SI05> (date of access 27.05.2025).

26. Activation of dangerous natural processes on the territory of the Kabardino-Balkarian and Karachay-Cherkess Republics / **E.V. Kyul**, M. M. Gedueva, N. V. Kondratyeva, Z. R. Baidavaeva // Russian Journal of Earth Sciences. – 2023. – Vol. 23, No 5. – P. ES0214. – URL: <https://doi.org/10.2205/2023ES02SI14> (date of access 27.05.2025).

### Монографии

27. **Кюль, Е. В.** Принципы геоэкологического картографирования и районирования лавинной деятельности: монография / **Е. В. Кюль**. – Нальчик: КБНЦ РАН, 2012. – 227 с.

28. Геоэкологические исследования на территории Кабардино-Балкарской Республики за период с 2012 по 2018 годы / [Министерство науки и высшего образования, ФГБНУ "Федеральный научный центр "Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук" ; под общей редакцией **Е. В. Кюль**]. Т. 1. Пространственные закономерности образования опасных экзогенных процессов : тематический том / **Е. В. Кюль, Е. А. Корчагина, Д. Р. Джаппуев**. – Нальчик: КБНЦ РАН, 2019. – 172 с.

29. Геоэкологические исследования на территории Карачаево-Черкесской Республики за период с 2012 по 2023 годы / **Е. В. Кюль, Е. А. Корчагина, М. М. Гедуева** [и др.]; под общей редакцией **Е. В. Кюль**; Министерство науки и высшего образования, ФГБНУ Федеральный научный центр "Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук", Центр географических исследований. – Нальчик: КБНЦ РАН, 2023. – 287 с.

### Патенты/свидетельства

30. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2016620639 Российская Федерация. Характеристика районов лавинообразования по речным бассейнам Северного Кавказа: № 2016620357: заявл. 23. 03. 2016: опубл. 20.05.2016 / **Е. В. Кюль, Г. В. Чернышев**.

31. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2017620767 Российская Федерация. Характеристика районов селевой активности Северного Кавказа: № 2017620333: заявл. 19.04. 2017: опубл. 12.07.2017 / **Е. В. Кюль, Г. В. Чернышев**.