

УДК 911.5+551.3

## Геоэкологическое состояние горных ландшафтов в лавиноопасных районах национального парка «Приэльбрусье»

Е. В. Кюль<sup>1</sup>, Д. Р. Джаппуев<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук», Центр географических исследований

г. Нальчик, 360002, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация  
email: elenakyul@mail.ru.

<sup>2</sup>«Национальный парк «Приэльбрусье»,

с. Эльбрус, 361603, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация  
email: dakhirdjappuev@mail.ru

### Аннотация

В связи с рекреационным освоением горных территорий проблема влияния опасных природных процессов на ландшафты становится приоритетной задачей. Район исследований — это территория Национального Парка «Приэльбрусье» (Центральный Кавказ, бассейн р. Баксан, Южное Приэльбрусье). При хорошей изученности снеголавинного режима территории специализированные исследования по трансформации ландшафтов лавинами носят случайный фрагментарный характер. Целью исследований является оценка степени нарушенности ландшафтов лавинами. При данной оценке применён геоэкологический подход. В ходе проведения детальных полевых обследований в избранной лавинной геосистеме с комплексом инженерных противолавинных сооружений, находящейся в рекреационной зоне Национального Парка «Приэльбрусье», проведён ландшафтный анализ территории по двум компонентам: рельефу и растительности. Ландшафтные зоны Южного Приэльбрусья выделены по ведущим типам ландшафта, опасного процесса и землепользования. При этом выявлено, что большая часть ландшафтов территории (более 50 %) подверглась трансформации лавинами, в той или иной степени. Это привело к формированию лавинных форм рельефа, растительности и почв с определённым набором ландшафтных признаков. Причём устойчивость ландшафтов к антропогенному воздействию снизилась до минимальной. Ранжирование ландшафтов по степени нарушенности выявило, что в нижней части склона трансформация ландшафтов, как и антропогенная нагрузка максимальны (с высотой антропогенная нагрузка уменьшается до минимума). Ландшафтные признаки активизации лавинной деятельности показали, что в последнее десятилетие наблюдается некоторый спад лавинной активности. Сход катастрофических лавин не происходил с 2001 года. Для дальнейшего лавинобезопасного освоения территории необходим круглогодичный мониторинг снеголавинной обстановки с комплексом специализированных исследований. Это позволит оценить степень нарушенности и устойчивости ландшафтов более детально и разработать рекомендации по устойчивому развитию территории.

*Ключевые слова:* опасные природные процессы, типы и нарушенность ландшафтов, рекультивация, ведущие типы опасного природного процесса и землепользования, снежные лавины, лавинные бассейны, лавиносоры

---

\* Авторы: Кюль Елена Владимировна, канд. географ наук, снс, «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук», Центр географических исследований, г.Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, e-mail: elenakyul@mail.ru; Джаппуев Дахир Ратминович, снс, научный отдел, «Национальный парк «Приэльбрусье», КБР, Эльбрусский р-н, с. Эльбрус, e-mail: dakhirdjappuev@mail.ru.

*Введение.* Горные территории подвержены воздействию целого ряда опасных природных процессов (ОПП) таких, как снежные лавины, обвалы, осыпи, оползни. Поскольку высокогорные территории в силу своих физико-географических особенностей имеют очень низкий порог устойчивости и болезненно реагируют на любое даже незначительное вмешательство человека в природную среду, проблема оценки влияния лавин на трансформацию ландшафтов становится актуальной и приоритетной задачей исследований. Данной проблемой в настоящее время занимаются достаточно активно как зарубежные, так и отечественные учёные в различных горных регионах мира. Наиболее хорошо изучены в этом отношении горные системы Северной Америки (Кордильеры, Скалистые горы и др.) [1; 2] и Западной Европы (Альпы) [3; 4]. В России в последнее время трансформацию ландшафтов лавинами активно изучают на Алтае [5–7] и в таком лавиноопасном регионе, как о. Сахалин [8; 9]. На северном склоне Большого Кавказа вопросы трансформации ландшафтов исследовали учёные МГУ, например, М. Н. Петрушин и Е. О. Канонникова [10; 11]. В настоящее время учёные переходят от географического или экологического подхода в изучении данной проблемы к комплексной геоэкологической оценке состояния ландшафтов [12–14].

В связи с рекреационно-хозяйственным освоением высокогорных районов северного склона Большого Кавказа, а именно, с созданием новых горнолыжных кластеров и развития уже существующих в ряде субъектов Северо-Кавказского Федерального Округа (СКФО), антропогенная нагрузка на ландшафт и, соответственно, степень фактической природной опасности значительно возрастает [15]. При этом происходит активизация ОПП и, в частности, лавин, что ведёт к формированию природно-антропогенных геосистем (ПАГ), характеризующихся трансформацией ландшафтов в различной степени вплоть до создания природных лавинных комплексов с полностью изменёнными ландшафтами. Район исследований — Южное Приэльбрусье — находится на территории Кабардино-Балкарской республики (КБР) и принадлежит к одному из старейших горнолыжных центров в Российской Федерации. В качестве объектов исследования выбраны избранные природно-антропогенные геосистемы Южного Приэльбрусья, в частности, нарушенные горные ландшафты в границах Национального Парка «Приэльбрусье» и его буферной зоне. Основным предметом исследований является влияние схода лавин на трансформацию ландшафтов. При этом определение степени нарушенности ландшафта лавинами, в целом, и покомпонентно становится главной целью исследований.

Для проведения инвентаризации авторами предлагается оригинальный подход к оценке влияния снежных лавин на состояние горных ландшафтов на основе анализа геоэкологических составляющих с применением современных ГИС-технологий. В результате на основе инвентаризации материалов, в т. ч. данных дешифрирования космоснимков и собственных полевых обследований изучаемой территории за длительный период времени, получены уточнённые и дополненные итоговые данные по проблеме исследований. Результаты ландшафтного анализа территории с учётом последствий схода лавин и сопутствующих ОПП позволяют сделать оценку состояния ландшафтов на предмет их устойчивости и разработать ряд рекомендаций по уменьшению негативного воздействия ОПП на ландшафт до приемлемого минимума.

*Материалы и методы исследований.* Исходными материалами служат результаты анализа научной литературы по району исследований [16–19], изучение карт разного масштаба, фото-, аэро- и космоснимков, а также собственные данные GPS-съёмок и ландшафтных обследований высокогорных районов Южного Приэльбрусья, полученные в рамках выполнения хоздоговорных и бюджетных тем за период с 1994 по 2015 гг.<sup>6</sup> Основной метод — аэрокосмокартографический. При оценке лавинной опасности территории КБР были использованы данные дешифрирования аэрофотоснимков, выполненного по методике Акифьевой К. В. [20]. Дешифрирование космоснимков выполнялось с привлечением собранных картографических и иных материалов для привязки космоснимков к топооснове разных масштабов и выявления участков развития ОПП. Для целей ландшафтного дешифрирования использовались многозональные снимки. Обработка космоснимков производилась в программе MultiSpec<sup>7</sup>. Для повышения достоверности распознавания объектов при дешифрировании космоснимков и отслеживания динамики развития процессов применялся способ сравнительного дешифрирования разновременных изображений территории, полученных с различными временными интервалами и в разные сезоны года.

Для решения поставленной задачи необходимо было вначале провести анализ изученности снеголавинной обстановки в Приэльбрусье. Это было сделано нами при оценке последствий схода снежных лавин на территории КБР в 1990–2000 гг. Снеголавинные исследования проводились на Большом Кавказе и, в частности, на территории КБР и Приэльбрусья начиная с 30-х годов прошлого столетия. С середины 80-х гг. приоритетными стали вопросы прогнозирования и предупреждения лавин, а также оптимизации их воздействия на природную среду. При этом географический (описательный) подход сменился геоэкологическим (природоохранным).

На данном этапе территорию республики можно отнести к достаточно хорошо, но неравномерно изученной в лавинном отношении, а район Южного Приэльбрусья — к эталонному. При этом, если снеголавинный режим территории изучен достаточно подробно, то исследования по оценке влияния лавин на ландшафты носят единичный и фрагментарный характер. Поэтому приоритетным направлением в данном случае стали круглогодичные детальные полевые покомпонентные ландшафтные обследования территории с использованием GPS-съёмки. В 2004 г. была сделана количественная оценка изменения природной среды горной территории лавинной деятельностью по поражённости лавинами и лавинной опасности. Ландшафтно-геоморфологическое районирование территории КБР выполнено на основе геоморфологического анализа эндогенных и экзогенных форм рельефа и ландшафтно-дифференцированного метода оценки И. В. Северского и В. П. Благовещенского с учётом снежности территории. При этом достаточно хорошо был исследован только такой компонент ландшафта, как рельеф. На данном этапе необходимо провести оценку трансформации лавинами других компонентов ландшафта (растительности, почв), а также ландшафта в целом.

<sup>6</sup> Отчёт о НИР от 01.01.2013 (РАН).

<sup>7</sup> <http://gis-lab/info/qa/multispec-sat.htm>.

*Методические основы поэтапной оценки нарушенности ландшафтов лавинами.* Вначале дана характеристика лавинной деятельности территории на основе составленного ранее комплекта среднемасштабных карт. Основой послужила карта средней поражённости территории КБР лавинами М 1:200000. Средняя степень поражённости лавинами бассейнов лавинообразования (на карте она показана цветом) оценивалась по среднему коэффициенту поражённости лавинами, то есть по отношению суммы коэффициентов поражённости лавинами участков лавинообразования к количеству участков лавинообразования. Коэффициент поражённости лавинами рассчитывался как отношение количества лавиносборов на длину таксона: 13 — очень сильная ( $> 10$ ); 14 — сильная (5,0–10,0); 15 — средняя (2,0–5,0); 16 — слабая (1,0–2,0); 17з — очень слабая ( $< 1, 0$ ). Далее в пределах бассейнов лавинообразования выделяли ПАГ, в которые входят лавиносборы с противолавинными сооружениями, лавины с сопутствующими ОПП и ландшафты с определёнными типами землепользования. В ходе натурных наблюдений уточнялись и дополнялись основные характеристики геосистем. Основными способами и приёмами при проведении полевых работ на лавиносборах были инвентаризация и паспортизация: 1) каждый лавиносбор привязывался к картографической основе; 2) уточнялись нумерация и местоположение в пространстве при помощи GPS-съёмки; 3) проводилась фотосъёмка. Были разработаны классификации: а) рельефа лавинообразования и противолавинных сооружений; б) типов ландшафтов с различной степенью нарушенности лавинной деятельностью (по частоте схода лавин); в) лавиносборов, простых и сложных, лавинных бассейнов; г) типов землепользования. Далее проводилось ранжирование участков по степени угрозы народно-хозяйственным объектам (НХО) и трансформации ландшафтов, которое позволило выделить участки, нуждающиеся, в первую очередь, в разработке комплекса мер для снижения уровня негативного воздействия на ландшафт до минимального.

*Терминологическое обеспечение проблемы исследований.* Уточнены и дополнены основные термины, а также введён ряд новых. Были даны определения форм рельефа лавинообразования: а) лавинный бассейн — это совокупность лавиносборов с общей зоной транзита или аккумуляции (конусом выноса) за счёт их перекрытия с образованием единого лавинного снежника; б) сложный же лавиносбор — это лавиносбор с несколькими лавинными очагами или лотками, где в зоне слияния или перекрытия образуется единый лавинный поток; в) понятие "нарушенный ландшафт" включает в себя "ландшафт, возникающий в результате нерациональной деятельности или неблагоприятных воздействий соседних ландшафтов, утративших способность выполнять функции здоровой среды"; г) полное восстановление ландшафта или частичное с нарушениями катастрофического характера предшествующей хозяйственной деятельностью человека — добычей полезных ископаемых или природными процессами — называется рекультивацией [21].

Для определения степени нарушенности ландшафтов лавинами рассматривался один из ряда возможных критериев — частота схода лавин. Он позволяет после схода лавины оценить степень воздействия как на ландшафт в целом, так и на его отдельные компоненты. Компоненты ландшафта оцениваются по следующим признакам: 1) геоморфологическим — по количеству мелких форм лавинообразования; 2) геоботаническим — по наличию растительности, составу и

состоянию растительности («снежная инверсия», смещение границы леса по склону и т. д.); 3) инженерным — по наличию противолавинных сооружений в лавиносборе. На основе вышеперечисленных параметров выделяются 3 типа ландшафта по степени устойчивости к воздействию лавин с 8 подтипами ландшафта с различной степенью изменения лавиной деятельностью (рассматривается система «ландшафт – лавина»):

1-й тип с пятью подтипами. Ландшафты очень неустойчивы к воздействию лавин и практически полностью изменены лавинами. Лавины сходят от нескольких раз в год до 1 раза в 10-20 лет. Образуются снежные оползни и средние по мощности лавины, останавливающиеся, в основном, на склоне. Воздействие лавин максимальное. Состояние системы крайне неустойчивое (минимальное влияние растительности, максимальное лавин). С уменьшением периодичности схода лавин влияние растительности растёт, а лавин уменьшается. Соответственно увеличивается устойчивость ландшафта к воздействию лавин (система стремится к равновесному состоянию).

2-й тип с двумя подтипами. Ландшафты находятся в состоянии равновесия. Они слабо изменены лавинами. Лавины сходят от 1 раза в 20-30 до 30-50 лет. Образуются лавины малой мощности. Состояние устойчивости системы можно охарактеризовать как близкое к равновесию, когда влияние растительности практически равно влиянию лавин, до полного равновесия (влияние растительности равно влиянию лавин).

3-й тип. Ландшафты устойчивы к воздействию лавин. Они практически не изменены лавинами. Лавины сходят реже 1 раза в 50 лет. Наблюдаются микросползания снежного покрова. Состояние системы устойчивое (максимальное влияние леса, минимальное — лавин). Возможен сход катастрофических (спорадических) при антропогенном воздействии или во время аномальной снежности зим. При достижении лесом стадии распада (> 100 лет) система переходит в неустойчивое состояние.

Для проведения детальных геоботанических исследований были продолжены работы по выделению и упорядочению признаков трансформации растительности лавинной деятельностью начатые в Южном Приэльбрусье в 1968 году сотрудниками МГУ, которыми были заложены геоботанические площадки, десять размером 10 × 10 и одна 100 × 100 м. Сравнительный анализ данных этих двух одновременных исследований даёт возможность: 1) выявить ряд закономерностей во взаимодействии растительности и снежных лавин; 2) определить характер изменения снеголавинного режима на исследуемой площади.

Кроме того, в ходе полевых работ проведены обследования противолавинных сооружений для того, чтобы: 1) дать их полную характеристику с уточнением параметров и состояния на момент обследования; 2) определить защищаемые участки и оценить эффективность защиты с учётом лавинного режима [22].

*Результаты и обсуждение.* На предварительном этапе проведена привязка (физико-географическая, гидрографическая, социально-экономическая) объекта исследований. Приэльбрусье расположено в Западной высокогорной ландшафтной провинции на юго-западе Кабардино-Балкарской Республики. В физико-географическом отношении относится к северному склону Большого Кавказа —

Центральному Кавказу, в гидрографическом отношении – к главному речному бассейну р. Терек [23].

В таблице 1 даны характеристики речных бассейнов в Южном Приэльбрусье. На рисунке 1 Прил. (Приложение) приведена орографическая схема бассейна р. Терек.

**Таблица 1. Характеристики речных бассейнов в районе исследований<sup>8</sup>**  
**Table 2. Characteristics of the river basins in the study area**

№	Название бассейна, порядок, местоположение, код водного объекта	Длина водотока км	Водосборная площадь км <sup>2</sup>	Место впадения от устья км
1	р. Терек (Старый Терек), главный речной бассейн, бассейн 1-го порядка (российская часть). Каспийское море 07020000212108200002513	623	43200	Впадает в Каспийское море
2	р. Малка (Балык-Су), левый приток р. Терек (без р. Баксан), бассейн 2-го порядка. 409 км по левому борту р. Терек 07020000512108200004118	210	10000	Впадает в р. Терек (Старый Терек) в 409 км от устья
3	р. Баксан (Азау), правый приток р. Малка, бассейн 3-го порядка. 26 км по правому борту р. Малка; 07020000712108200004482	169	6800	Впадает в р. Малка (Балык-Су) в 26 км от устья

Район, где непосредственно проводились основные полевые обследования — Южное Приэльбрусье — расположен на территории основного бассейна лавинообразования, реки Баксан, правого притока реки Малки, левого притока р. Терек. Местоположение реки: Каспийское море. Бассейновый округ: Западно-Каспийский бассейновый округ (7). Речной бассейн: Реки бассейна Каспийского моря междуречья Терека и Волги (2). Водохозяйственный участок: р. Терек от границы РФ с Грузией до впадения р. Урсдон без р. Ардон (2)<sup>8</sup>. В административном отношении это Эльбрусский и Баксанский административно-территориальные районы КБР в пределах Национального парка «Приэльбрусье», созданного по Постановлению Правительства РСФСР № 407 от 22 сентября 1986 г.

*Характеристика лавинной деятельности.* Лавинная деятельность оценивается по результатам анализа авторских карт М 1:200000, составленных при проведении районирования лавинной опасности территории КБР в 2004 г. [21]. Данные районирования скорректированы с учётом снеголавинной обстановки в настоящее время [24]. На основе анализа карты лавинной опасности Южного Приэльбрусья в пределах провинции лавинообразованиях — морфоструктуры I порядка, орогенной морфоструктуры Большого Кавказа, выделены 4 области (морфоструктуры II порядка), 9 районов и 15 подрайонов лавинообразования (в пределах морфоструктур III порядка). При оценке поражённости территории лавинами (показатель — количество лавиноборов на 1 пог. км днища долины) определено, что из 125 участков лавинообразования на территории КБР 72 участка с различной степенью поражённости лавинами находятся в бассейне реки Баксан. Данные снеголавинных наблюдений уточнены

<sup>8</sup> По данным Государственного водного кадастра РФ, <http://textual.ru/gvr/>

и дополнены результатами дешифрирования разновременных аэро-, фото- и космоснимков, а также материалами специализированных лавинных натуральных наблюдений, выполненных авторами в 1998–2017 гг. Участки объединены в 25 бассейнов лавинообразования (Рис. 2Прил.).

Таким образом, наиболее сильно лавинная деятельность проявляется именно в Южном Приэльбрусье (более 1300 лавиносборов). Это связано, в большей степени, со структурно-тектоническими и литологическими условиями лавинообразования (частота лавиносборов максимальна, 10 и более на 1 пог. км). Здесь чётко прослеживается общая тенденция в уменьшении степени лавинной опасности как с уменьшением абсолютной высоты (она максимальна на высотах 2000–3500 м, минимальна на высотах 800 м), так и по бассейнам и районам лавинообразования (с юго-запада на северо-восток). При этом на северных склонах хребтов степень лавинной опасности как правило выше, чем на южных.

*Выделение природно-антропогенных геосистем.* На основе оценки территории по средней степени поражённости территории лавинами на рисунке 3Прил. определены следующие ПАГ (по ведущим типам землепользования и ОПП) [23]:

1. ПАГ с горнодобывающим типом землепользования (в районе расположения объектов Тырнаузского вольфрамо-молибденового комбината, ТВМК): а) селево-обвальная, № 1 (устье р. Гижгит); б) просадочно-оползневая, № 2 (правый борт р. Камыксу); в) лавинно-селевая, № 3 (бассейны рек Малый и Большой Мукуллан).

2. ПАГ с сельскохозяйственным (пастбища и сенокосы) типом землепользования: а) лавинно-селевые, № 4 (бассейн р. Кыртык с притоком р. Сылтрансу) и № 8 (бассейн р. Терскол); б) лавинно-осыпная, № 9 (между реками Терскол и Гарабаши).

3. ПАГ с рекреационным типом землепользования: а) лавинная, № 11 (от р. Гарабаши до Поляны Азау включительно); б) лавинно-селевые, № 14 (бассейн рек Донгуз — Орун — Баксан с Поляной Чегет включительно), № 18 (бассейн р. Адылсу) и № 20 (бассейн р. Адырсу).

4. ПАГ с инженерно-коммуникационным типом землепользования: а) лавинная, № 13 (участок на правом борту р. Баксан между Полями Азау и Чегет); б) лавинно-селевая, № 21 (участок на правом борту р. Баксан между реками Адырсу и Тютюсу).

В качестве объектов полевого мониторинга ОПП более всего подходят лавинные геосистемы, расположенные в верховьях р. Баксан, под № 11 и № 13 с комплексом инженерных противолавинных сооружений. Причём геосистема №13 (участок 2-42 по Кадастру 19)) выбрана в качестве избранной для проведения детальных исследований. Здесь присутствуют различные типы элементарных единиц лавинообразования: от простых и сложных лавиносборов до лавинных бассейнов (всего 25) с комплексом противолавинных мероприятий.

Характеристика лавинной геосистемы № 13 приведена в таблице 2. Это отрезок долины р. Баксан протяжённостью более 3-х км. Основной участок лавинной геосистемы № 13 это 6 лавиносборов, № 62(9) – № 58(14), которые могут генерировать гигантские катастрофические лавины, сходящие 1 раз в 100–300 лет.

Ранее, при отсутствии противолавинных сооружений лавины перепрыгивали через р. Баксан и выходили в долину, перекрывали автодорогу и

русло р. Гарабаши. При этом они, ударяясь о правый борт долины, выбивали практически всю первичную растительность, сосняки. Для уточнения привязки нумерация лавиносборов двойная, например, 62(9) соответственно по данным СКВС (по карте А. В. Рунича) и данным МГУ [24], что позволяет использовать все материалы по району исследований. В дальнейшем по тексту приводится нумерация по А. В. Руничу.

**Таблица 2. Характеристика лавинной геосистемы №13**  
**Table 2. Characteristics of avalanche geosystems No. 13**

1	Речной бассейн	Река Баксан, правый борт
2	Горная система	Главный Кавказский хребет, северный склон
3	Протяжённость, км	3,75
4	Ширина днища долины, км	0,4–0,5
5	Экспозиция	Меняется с СВ – ЮВ на З – СЗ
6	Абсолютные высотные отметки, м	2150–2350
7	Средний угол склона, градусы	33 – 38
8	Состав растительности	Сосняки – зеленомошники
9	Лавинная деятельность: №№ участка по кадастру [19]	№ 2-42. Из 27 лавиносборов в ЛГ № 13 входят 25

Примечание: ЛГ – лавинная геосистема.

На рисунках 3Прил., 3Прил., 5Прил. показаны последствия схода снежных лавин (конусы выноса) в вышеописанной лавинной геосистеме № 13.

На рисунках 4Прил и 5Прил условными знаками показаны противолавинные сооружения и их проблемные участки: а) чёрного цвета (кубы — лавиногасители; линии — дамбы, верхняя часть); б) красного цвета (красные линии с штриховкой — ловушки; красные линии с крапом — участок дамбы, разрушающийся под действием селей; на рисунке 5прил. — участок возможного прорыва снежных масс между дамбами 1 и 2).

При этом из-за применения предупредительного спуска лавин практически все лавиносборы из 6-ти по степени устойчивости можно отнести к 1-му типу: ландшафты, неустойчивые к воздействию лавин, практически полностью изменённые лавинами, сходящими несколько раз в год. Так как трансформация ландшафтов максимальная, здесь сформированы природно-лавинные комплексы с лавинным рельефом и растительностью. На рисунке 4Прил. хорошо видны границы ландшафтов, образовавшихся в результате схода лавин с разной частотой схода (справа налево): а) геосистем 1-го типа, практически полностью изменённых лавинных ландшафтов на месте схода ежегодных лавин, останавливающихся на склоне (представлены участками с практически полным отсутствием растительности, лавинными лотками и конусами выноса, на снимке частично покрытыми снегом); б) геосистем 2-го типа, ландшафтов, частично изменённых лавинами, на месте схода лавин с частотой 1 раз в 20–50 лет (в пределах конусов выносов катастрофических лавин на месте первичных сосняков сформировано берёзовое криволесье, на фото ярко-зелёного цвета); в) геосистем 3-го типа, ландшафтов, устойчивых к воздействию лавин, практически не изменённых, со сходом реже 1-го раза в 50 лет, с восстановленной первичной растительностью — сосняками (выглядят на фотографии темно-зелёными).



**Таблица 3. Данные о сходе снежных лавин в лавиносборах №. № 62 (9) – № 58(14) с 1956 по 2004 годы. Северный склон Главного Кавказского хребта. Правый борт Баксанского ущелья**  
**Table 3. Data on the descent of avalanches in avalanches №. № 62 (9) – № 58(14) from 1956 to 2004. The Northern slope of the main Caucasian ridge. The right side of the Baksan gorge**

№ п/п	№ № лавиносборов	Средний уклон, градусы	Дата схода лавины	Максимальный объём выноса, тыс. м <sup>3</sup>	Изменения в ландшафте. Ущерб	Периодичность, лет
1	62	35	***20.12.67	350	Выбито 2,3 га леса	-
	62		01.04.69	460	1,3 га леса	2
	62		20.01.94	-	-	25
	62		***29. 12. 01	700	9 га леса	7
	62		09. 12. 05	-	-	4
2	62 ; 61. 2Л	35; 32, редко до 38	00. 03. 56	-	-	-
	62; 61		***20.12.67	600	2,7 га леса	11
	62 ; 61		***06.12.73	1200	14,5 га леса	6
	62; 61		05 и 09.01.87	-	-	19
3	62;61;60. 3Л. Данные нуждаются в уточнении	35; 32; 38	***04.01.79	По аналогии с 06. 12 . 73 более 1200	Около 20 га	-
4	60 с 59 (12 –13)** 3Л	38;38	***18.01.76	600	26 га леса. Погибло 2 человека	-
5	58 *	35, до37	11.03.71		2 га леса	-

Примечания: \* – лавиносборы с предупредительным спуском лавин; \*\* – лавиносборы с противолавинными сооружениями; \*\*\*– катастрофические сходы лавин; Л – лавиносбор.

*Ландшафтный анализ исследуемой территории.* За основу взято деление, предложенное Ю. Л. Мазуровым при составлении ландшафтной карты КБР, которое было уточнено и дополнено при проведении снеголавинных работ [21]. Выделены классы и типы ландшафтов: природные ненарушенные (по типам подстилающей поверхности), природные нарушенные (по типу ОПП); природно-антропогенные (по типу землепользования); выделены подтипы (для ОПП по ведущему геоморфологическому процессу при образовании ландшафтов).

*Характеристика изменения рельефа.* На рисунках 4Прил., 5Прил., 6Прил. видно, что ландшафтные зоны и пояса (по абсолютной высоте и экспозиции) характеризуются развитием определённых форм рельефа в пределах основного участка лавинной геосистемы № 13 [23–25].

Ландшафтная зона 1. Нижняя часть склона — это зона разгрузки и аккумуляции с конусами выноса (абсолютные высоты 1400 – 2000 м). Среднегорно-высокогорная лесная зона, пояс со смешанными, хвойными и берёзово-криволесными лесами, а также природными нарушенными (лавинными, реже обвально-осыпными) ландшафтами. Хвойные леса — сосняки — являются первичной растительностью. Берёзово-криволесные и смешанные (с примесью берёзы) леса, формирующиеся в результате лавинной деятельности, являются вторичной растительностью и могут служить биоиндикаторами при оценке лавинной опасности территории. В лесной зоне широко распространён аккумулятивный подтип ландшафта, в частности, лавинный, так как здесь формируются конусы

выноса практически всех ОПП, иногда образуя сплошную зону аккумуляции. Например, длина зоны аккумуляции лавинного бассейна с лавиносборами № 62 – 60 более 1-го км. Кроме природно-антропогенного сельскохозяйственного типа с пастбищным и сенокосным подтипами (замещение первичной рудеральной растительностью, а также развитие почвенной дигрессии и, как следствие, образование оползней на нарушенных участках) распространён противолавинный защитный подтип лавинного ландшафта на месте строительства комплекса противолавинных сооружений.

С 2009 г. в связи со строительством комплекса противолавинных сооружений антропогенная нагрузка на ландшафт в лесной зоне увеличилась до критической. На основе авторской классификации дамбы относятся к снегоотводящим (направляющим), постоянным, комбинированным (по характеру строительного материала) сооружениям, а клинья, соответственно, к лавинотормозящим, постоянным, комбинированным. На рисунках 4Прил. и 5прил. видно расположение трёх защищаемых участков с лавиносборами: 1) № 62, № 61; 2) № 60, № 59 (12–13); 3) № 58. На участке 1 противолавинные сооружения достроены и находятся в эксплуатации с 2011 г. На участке 2 в 2014 г. велись работы по выведению дамбы до проектной отметки и достройке клиньев. Начатое в 2013 г. строительство дамбы на участке 3, лавиносбор № 58, позволит предотвратить перекрытие лавинами русла реки и опасности схода гляциального селя. В настоящее время строительство дамбы находится в стадии завершения. По данным Северо-Кавказской военизированной службы (СКВС) [23] за лавиноопасный период, в среднем, самопроизвольно сходят и спускаются принудительно более 40 лавин на исследуемой территории. В период 2009–2018 гг. большинство лавин останавливалось на склоне или на границе конуса выноса лавины. Объёмы выноса снега варьировали от 10 до 50 тыс. м<sup>3</sup> и редко достигали значений 100 и более тыс. м<sup>3</sup>. Например, в лавиноопасный сезон 2009–2010 гг., это самопроизвольно сошедшие лавины 16 февраля 2010 г. из лавиносборов № 60 и № 59 (12–13) и 6 марта 2010 г. из лавиносбора № 60; а также принудительно спущенные лавины 3 и 5 января 2010 г. из лавиносбора № 58. При этом лавины, спущенные 3 января из лавиносборов № 61 и № 60, образовали единый конус выноса, который пересёк реку и перекрыл автодорогу (степень готовности дамбы 1-й — 50 %, 2-й — 20 %). В 2011 г. только некоторые лавины на участке 1, это лавиносборы № 62 и № 61, достигли дамбы и частично заполнили ловушку (готовность дамбы составляет не менее 90 %). На период 2018 г. все спущенные лавины не выходили за пределы ловушек.

Ландшафтная зона 2. Средняя часть склона — это зона транзита с лавинными лотками (абсолютные высоты 2000–3000 м). Высокогорная луговая зона. Луговые субальпийский и альпийский, а также субнивальный пояса с субальпийскими и альпийскими луговыми, а также субнивальными ландшафтами. Здесь также как в лугово-степной зоне большое количество лавинных лотков (лавинные ландшафты с лавинно-эрозионным подтипом). А субнивальные ландшафты характеризует наличие большого числа лавинных очагов — зон зарождения лавин. Они представлены денудационными воронками, эрозионными врезами и рывинами. Кроме лавинно-эрозионного подтипа лавинного ландшафта здесь достаточно широко распространены осыпные и нивальные ландшафты. В нижней части зоны частично расположены природно-

антропогенные (сельскохозяйственные с пастбищным подтипом) и противолавинные защитные ландшафты (с направляющим и лавинотормозящим подтипами).

Ландшафтная зона 3. Верхняя часть склона — это зона зарождения лавин с лавинными очагами (абсолютные высоты более 3000–3500 м). Здесь развиты нивальные, реже гляциальные и осыпные ландшафты. Здесь, как и в предыдущей зоне образуются многочисленные лавинные очаги, но представлены они уже гляциальными формами, в основном, такими, как кары и деформированные кары (лавинно-гляциальный подтип лавинного ландшафта).

Ландшафтная зона 4 (скальная интразональная). Распространена во всех зонах на различных высотах. Представлена широко только на высотах более 2500 м выше границы леса в субнивальном и нивальном поясах. На рисунке 5 Прил. хорошо видно, как здесь формируются лавиносоры с лавинными очагами типа жёлоба и вреза, с короткой и очень крутой зоной транзита, и, как следствие, с большой дальностью выброса, например, лавиносор № 58.

*Состояние растительности в лавинной геосистеме. Лавиносоры № 62 — № 58.* Приводятся данные за период с 1966 года [4; 13; 17] по следующим показателям:

1. Площадь лесов. Общая площадь лесов, исходя из средней границы распространения леса до 2600 м, около 150 га. С 1966 г. площадь первичной растительности — сосняковз-зеленомошников — резко сократилась на 77,3 га и соответственно более чем на 51 % относительно всей залесённой площади участка из-за схода в последующие годы ряда катастрофических лавин [23]. Как видно на рисунках 4 Прил. и 5 Прил., антропогенная нагрузка на ландшафт увеличилась многократно за счёт строительства противолавинных сооружений — площадь ландшафтов без растительности в результате строительных работ с 2009 г. значительно увеличилась. Изменились и морфометрические параметры лавиноопасного склона, особенно в нижней части зон транзита лавин, где расположены клинья, и в зонах остановки (практически 90 % площади конусов выноса на сочленении с зонами транзита заняты дамбами).

2–3. Состав и состояние растительности. На рисунке 4 Прил. хорошо видно, что дно долины и нижние части северных склонов покрыты сосновыми лесами зеленомошной группы. Ранее в них встречались довольно часто фрагменты сосняков-черничников, которые образуются на не вытаптываемых местах. Как нами было ранее отмечено, формы рельефа, созданные ОПП, вместе с антропогенными образуют на высотах 1400–2000 м почти сплошную нарушенную зону практически без первичной растительности — сосняков, представленных эндемичным видом, сосной кавказской [24; 25]. В течение девяти лет (с 1967 по 1976 гг.) в результате активизации лавинной деятельности и схода ряда катастрофических лавин образована зона трансформации растительности длиной более 1-го км в области расположения лавиносоров № 62 – № 58. В придолинной части на полностью изменённых первичных горных серых лесных почвах, замещённых лавинными почвами с нарушенной структурой, изменённым составом и большой примесью лавинного мусора, распространены берёзово-криволесные леса. После строительства противолавинных сооружений преобладают антропогенные ландшафты в отношении к природным примерно 2 : 1.

Результаты воздействия лавин на лесные ландшафты показаны на рисунке 6 Прил. и сведены в таблицу 4.

Таблица 4. Изменение состава и состояния растительности при сходе лавин  
Table 4. Changes in the composition and state of vegetation at avalanches

№ п/п	Дата схода лавины № лавиносбора	Возраст сосняков лет	Траектория лавины Дальность выброса	Трансформация сосняков Зональное расположение растительности на конусе выноса
1	00.12.1967 г. № 62 –61	40–200 (280–320)	Достигла левого борта долины	1 зона (центр). Лавины сходят ежегодно. Сосняки замещаются на субальпийские луга. Лавины сходят не ежегодно. Берёзовое криволесье сплошной сомкнутости. 2 зона (фронт лавины). Сосняки.
2	1968-69 г.г. № 62	60–80	Отклонилась вправо и уничтожила лес между № 62 (9) и № 61(10)	
3.	00.12.1973 г. № 62	150–200	Прошла путь 1-й лавины, ударила о борт и повернула вниз по долине	Механические повреждения: пни, заломы, наклон стволов. Угнетённая берёзовая и ивняковая растительность. 3 зона (по периферии конуса). Бурное разрастание березняков и криволесий.
	То же. № 61	84–185	-	
4.	00.01.1976г. № 60 – № 58	30–118	-	Описание выполнено на основе данных полевых обследований лавиносборов № 58 (14), № 60 (11) – 62 (9)
5	29.12.2001 г. № 62	30–50	-	

В результате анализа были выявлены следующие закономерности в изменении сосновых лесов при сходе лавин (Рис. 6 Прил.): увеличивается площадь лиственных пород и соответственно сокращается площадь сосняков, при этом соответственно увеличивается доля смешанных лесов с формированием криволесья; наблюдается наличие полос молодого подроста хвойных пород по лоткам и конусам выноса (формируется полосчатый рисунок растительности), причём идёт снижение верхней границы леса и формирование фестончатого рисунка — резкого опускания границы вниз по впадинам) [25].

Ниже перечислены ландшафтные признаки, свидетельствующие об изменении динамики (увеличении) лавинной деятельности: а) наличие свежих механических повреждений (пней, заломов и сбитостей); б) запаздывание фаз растительности на конусах выноса в местах таяния лавинного снега; в) угнетение на конусе выноса (фронт лавины) и бурное разрастание по периферии лиственной растительности (берёзовое криволесье и ивовые стланники); г) уничтожение леса и замена его травянистой растительностью; д) формирование в лесном поясе на полянах субальпийских и альпийских лужаек — снежная инверсия. На месте выбитых сосняков в зоне разгрузки лавины образуются лужайки с субальпийским высокотравьем (борщевики, копеечники, водосборы, незабудки с примесью альпийских видов, например, примул, манжеток и горечавок). Таким образом, на первом предварительном этапе исследований была проведена только площадная оценка изменения растительности в зонах разгрузки и отложения лавин. Для более детальной оценки (по типам и подтипам) ландшафтов необходима организация специальных ландшафтных полевых обследований на исследуемой территории во всех зонах лавиносборов, включая зоны транзита и зарождения.

*Рекомендации по лавинобезопасному освоению исследуемой территории.* Для безопасного в лавинном отношении проведения горнолыжного сезона (рекреационная зона Национального Парка «Приэльбрусье») в регионе необходимо провести полевые обследования по проверке соответствия противолавинных сооружений проекту. На рисунке 5 Прил. хорошо видно, что дамбы 1 и 2 построены так, что концевые их части не перекрывают друг друга, что является необходимым условием в нашем случае. При этом ёмкость ловушки — выемки перед дамбой 2 — меньше, чем максимальный объём выносимого лавинами снега. При выявлении конструктивных недостатков дополнительно к уже описанным выше их необходимо устранить. В результате этих конструктивных недочётов в многоснежные зимы возможен прорыв снеголавинных масс между лавиносборами № 61 и № 60 при сходе лавин одновременно из лавиносборов № 61 и № 60, а также на дамбе 2, где ёмкость ловушки значительно занижена. Так как объёмы сошедших лавин со времени начала строительства (2009 г.) не достигали пока критических значений (0.6 и 1.6 млн. м<sup>3</sup>), судить об их эффективности с большой долей достоверности пока не представляется возможным. При этом на защищаемых участках (это, в первую очередь, автодорога Минеральные Воды — Азау) нужно наладить постоянный круглогодичный снеголавинный мониторинг, что позволит фиксировать сходы лавин и их последствия, и, в дальнейшем, на основе анализа данных мониторинга оценивать состояние и эффективность противолавинной защиты. Для уточнения результатов оценки необходимо провести комплекс геоморфологических, геоботанических, почвенных, гидрологических и др. необходимых специализированных исследований, что даст возможность оценить степень нарушенности и устойчивости ландшафтов более детально. При этом необходимо продолжить работы по инвентаризации и паспортизации лавиносборов, начатые авторами в 2012 г., включив туда противолавинные сооружения.

*Выводы.* Проведённая предварительная оценка по проблеме исследований позволила решить ряд задач. В ходе мониторинга были уточнены количество, нумерация и параметры лавиносборов, что дало возможность составить входные таблицы к Базе данных по лавинной деятельности на исследуемый район. Анализ данных по фактической лавинной опасности выявил в данной геосистеме за период с 1956 по 2015 гг. шесть сходов катастрофических лавин (1956, 1967, 1976, 1979, 1987, 2001 гг.). Причём наиболее часто с периодичностью 1 раз в 3-9 лет мощные лавины сходили в двадцатилетний период 1967–1987 гг. В принципе полученные данные совпадают с данными снеголавинных исследований учёных МГУ [13]. Такие лавины значительно трансформируют ландшафт, создавая природные лавинные комплексы, куда входят и сама лавина, и участок, где она сходит с лавинными формами рельефа и "лавинная" растительность. При этом лавины, создавая фестончатый рисунок, значительно снижают верхнюю границу леса (в нашем случае от 100 до 300 м и более). Степень устойчивости системы «ландшафт – снежная лавина» на исследуемом участке минимальна.

Ландшафтный анализ территории дал возможность провести зонирование по степени нарушенности ландшафтов лавинами с учётом антропогенной составляющей. На исследуемой территории наблюдается значительная трансформация ландшафтов, в первую очередь, за счёт проявления ОПП. Кроме доминирующих здесь снежных лавин достаточно широко развиты обвальное-

осыпные процессы, которые также принимают участие в преобразовании растительности. При этом было выявлено, что более 50 % ландшафтов подверглось трансформации, в той или иной степени. Такое природно-антропогенное воздействие на горные ландшафты приводит к изменению не только рельефа, но и растительно-почвенных условий. В результате взаимодействия природной и антропогенной составляющих природной среды в верховьях р. Баксан на месте первичных сформированы природно-антропогенные геосистемы с различной степенью комплексной трансформации ландшафтов ОПП и хозяйственной деятельности, в целом, и их основных компонентов (рельефа, растительности и почв), в частности. При анализе геоморфологической составляющей ландшафта было выяснено, что в нижней части склона трансформация ландшафтов и антропогенная нагрузка максимальны. При анализе геоботанической составляющей установлено, что на значительной территории (в верхней части конусов выноса лавин) в связи со строительством комплекса противолавинных сооружений растительность была уничтожена полностью. В средней части склона антропогенное влияние уменьшается, в верхней части наблюдается только значительная трансформация ландшафтов лавинами (здесь она практически такая же, как внизу за счёт современного оледенения).

В ходе анализа снеголавинной деятельности обнаружено, что в настоящее время, исходя из выявленных нами ландшафтных признаков активизации лавинной деятельности, наблюдается некоторый спад лавинной активности (практически с 2001 г. на исследуемой территории не наблюдалось сходов катастрофических лавин). Поэтому на конусах выноса сформировались берёзовые криволесные и смешанные леса 15–40-летнего возраста. Только наличие в напочвенном покрове сосновых лесов на границе конусов выносов полей с субальпийской и альпийской растительностью и следы старых сбитостей и наклонённых стволов отдельных деревьев свидетельствуют о сходе катастрофических лавин 30–50-летней давности. Свежие же срывы напочвенного покрова на лавиноопасных склонах наблюдаются, в основном, в лавиносборах, где ежегодно осуществляется принудительный спуск лавин.

*Благодарности.* Благодарим Борисова Н.А., сотрудника Высокотермического геофизического института Росгидромета (г. Нальчик, Россия) за оказанную помощь при камеральной обработке данных и дешифрировании космоснимков.

Благодарим также уважаемых рецензентов за важные замечания и редакционные предложения.

*Литература*

1. Patten R. S., Knight D. H. Snow Avalanches and Vegetation Pattern in Cascade Canyon, Grand Teton National Park, Wyoming, U.S.A. // Arctic, Antarctic and Alpine Research. 1994. Vol. 26, № 1. P. 35-41.
2. Sinickas A., Jamieson B. Validating the Space-Time model for infrequent snow avalanche events using field observations from the Columbia and Rocky Mountains, Canada // Arctic, Antarctic and Alpine Research. 2016. Vol. 48, № 1. P. 177-197.
3. Rixen Ch., Haag S., Kulakowski D., Bebi P. Natural avalanche disturbance shapes plant diversity and species composition in subalpine forest belt // Journal of Vegetation Science. 2007. Vol. 18. P. 735-742.
4. Gentili R., Armiraglio S., Sgorbati S., Baroni C. Geomorphological disturbance affects ecological driving forces and plant turnover along an altitudinal stress gradient on alpine slopes // Plant Ecology. 2013. Vol. 214. P. 571-586.
5. Быков Н. И. Растительность лавиносборов Алтая и возможности фитоиндикации лавинных процессов // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2013. Вып. 15. С. 23-31.
6. Николаева С. А., Савчук Д. А., Кузнецов А. С. Особенности датирования селей, лавин и камнепадов в верховьях р. Актру (Северо-Чуйский хребет, Центральный Алтай) по травмам деревьев // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2017. № 4. С. 35-47.
7. Николаева С. А., Белова (Диркс) М. Н. Фитоценотическая оценка местообитаний в местах схода селей и лавин в верховьях р. Актру // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2017. № 40. С. 181-201
8. Казаков Н. А. Геологические и ландшафтные критерии оценки лавинной и селевой опасности при строительстве линейных сооружений (на примере о. Сахалин). Автореф. дисс. канд.геогр.наук. – Южно-Сахалинск: Сахалинский ун-т. 2000. 36 с.
9. Казакова Е. Н., Лобкина В. А. Анализ катастрофических лавин в населенных пунктах Сахалина. // Всеросс. конфер. «Риск — 2006»: материалы конф. – М., 2006. С. 300-302.
10. Петрушина М.Н. Влияние лавин и селей на высокогорные ландшафты // Московский горный институт. 2001. Т. 91. С. 96-104.
11. Канонникова Е. О. Экологические последствия лавинной деятельности для природных комплексов (на примере Северо-Западного Кавказа) // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4.
12. Горчаковский П. Л., Шиятов С. Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. – М.: Наука, 1985. 209 с.
13. Селиверстов Ю. Г., Глазовская Т. Г., Трошкина Е. С. Оценка изменения лавинной активности на территории России в связи с глобальным изменением климата // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Оценка рисков возникновения чрезвычайных ситуаций. X научно-практическая конференция. 5-6 октября 2010 г. Москва. Доклады и выступления. – М.: «Антистихия», 2010. С. 146-154.
14. Сократов С. А., Селиверстов Ю. Г., Шныпарков А. Л. и др. Антропогенное влияние на лавинную и селевую активность // Лед и снег. 2013. № 2 (122). С. 121-128.
15. Кюль Е. В., Марченко П. Е., Джаппуев Д. Р. Анализ подверженности природно-техногенных горных геосистем опасным экзогенным процессам (на примере Кабардино-Балкарской Республики) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2014. № 3 (59). С. 46-52.
16. Распространение и режим лавин на территории СССР. Краткий каталог известных сведений / Под ред. А. В. Рунича. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. 61 с.
17. Лавины Приэльбрусья / Под ред. Е. С. Трошкиной. – М.: МГУ, 1980. 130 с.
18. Концепция противолавинной защиты участка от поселка Терскол до Поляны Азау в Кабардино-Балкарской Республике. Отчет. Фонды МЧС и ГО КБР. 2009. 89 с.
19. Кадастр лавинно-селевой опасности Кабардино-Балкарской республики / Разумов В. В., Перекрест В. В., Стрешнева Н. П., Кюль Е. В. и др. – С-Пб. 2001. 64 с.

20. Акифьева К. В. Методическое пособие по дешифрированию аэрофотоснимков при изучении лавин. – Л.: Гидрометиздат. 1980. 50 с.
21. Кюль Е. В. Геоэкологические последствия схода снежных лавин на территории Кабардино-Балкарской Республики. Автореферат дисс... канд. геогр. наук. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет. 2004. 26 с.
22. Кюль Е. В. Оценка изменения ландшафтов лавинной деятельностью (по ландшафтным признакам частоты схода лавин) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2014. № 3(59). С. 53–59.
23. Кюль Е. В. Многолетний анализ лавинной деятельности в некоторых избранных геосистемах Южного Приэльбрусья // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2015. № 3 (65). С. 48–54.
24. Кюль Е. В. Некоторые результаты исследования трансформации ландшафтов Южного Приэльбрусья снежными лавинами // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2015. № 5. С. 61–69.
25. Кюль Е. В. Исследование взаимосвязи между лавинной активностью и трансформацией растительности (на примере Южного Приэльбрусья) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2015. № 6 – 2 (68). С. 253–260.

## **Geocological state of mountain landscapes in avalanche prone areas of the National Park «Prielbrusye»**

E. W. Kyul<sup>1</sup>, D. R. Dzhappuev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Federal state budget scientific institution «Federal scientific center «Kabardino-Balkar scientific centre of the Russian Academy of Sciences», Centre for geographical studies, Nalchik, 360002, Kabardino-Balkar Republic, Russia; email: elenakyul@mail.ru.*

<sup>2</sup>*Federal state budgetary institution «The National Park « Prielbrusye» Elbrus, 361603, KabardinoBalkaria, Russia; email: dakhirdjappuev@mail.ru*

### **Abstract**

The article discusses the effect of avalanches on the state of mountain landscapes Prielbrusye (in the border of the National Park). When assessing the disturbance of landscapes were used geocological approach was seen as a geographical component, i.e., the changing landscapes of dangerous natural processes, and ecological (the impact of human activities on the landscape). To assess given a complete characterization of avalanche activity with the allocation of natural-anthropogenic geosystems. During a detailed field survey of the chosen avalanche geosystems with the avalanche of complex engineering structures that are recreational area of the National Park «Prielbrusye», carried out component-wise landscape (topography and vegetation) analysis: identified the main landscape zones of the South of Prielbrusye with the leading types of landscape, natural process, and land use. On the basis of interpretation of satellite imagery and field surveys was given areal assessment of the interaction of landscapes and the leading type of dangerous process – snow avalanches. Recommendations on the safe from avalanches development of the study area.

*Key words: hazardous natural processes, types, and disturbance of landscapes, reclamation of leading types of natural dangerous process and land use, snow avalanches, avalanche basins, catchment*



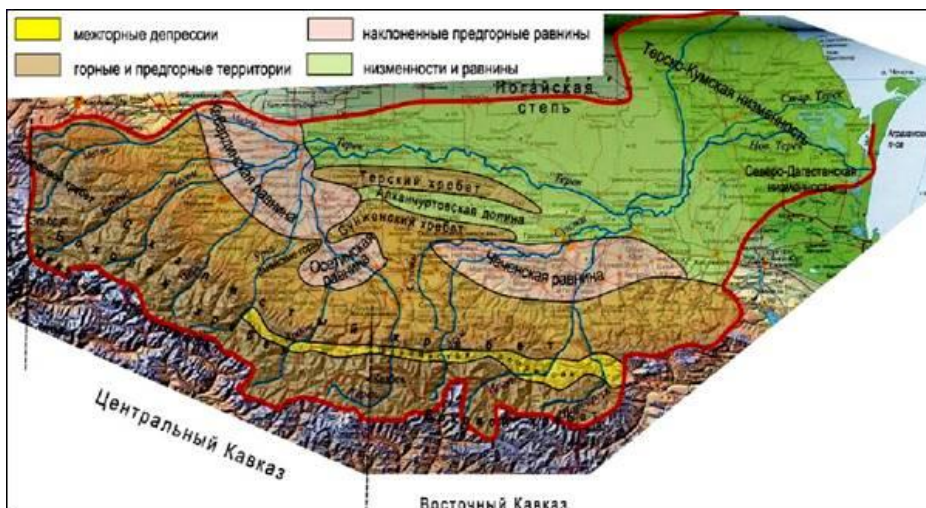
## References

1. Patten R. S., Knight D. H., 1994, Snow Avalanches and Vegetation Pattern in Cascade Canyon, Grand Teton National Park, Wyoming, U.S.A., *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, vol. 266 no. 26, pp. 35–41. doi:10.2307/1551874.
2. Sinickas A, Jamieson B., 2016, Validating the Space-Time model for infrequent snow avalanche events using field observations from the Columbia and Rocky Mountains, Canada, *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, vol. 48, no. 1, pp. 177–197. doi: 10.1657/AAAR0014-047.
3. Rixen Ch., Haag S., Kulakowski D., Bebi P., 2007, Natural avalanche disturbance shapes plant diversity and species composition in subalpine forest belt, *J. Vegetation Science*, no. 18, pp. 735–742. doi: 10.1658/1100-9233(2007)18[735:NADSPD] 2.0. CO;2.
4. Gentili R., Armiraglio S., Sgorbati S., Baroni C., 2013, Geomorphological disturbance affects ecological driving forces and plant turnover along an altitudinal stress gradient on alpine slopes. *Plant Ecology*, no. 214, pp. 571–586. doi: 10.1007/s11258-013-0190-1.
5. Bykov N. I., 2013, Rastitel'nost' lavinosborov Altaya i vozmozhnosti fitoindikatsii lavinnykh protsessov, [Vegetation of Altai avalanches and the possibility of phytoindication of avalanche processes], *Geografiya i prirodopol'zovanie Sibiri*, iss. 15, pp. 23–31. (in Russ.).
6. Nikolaeva S. A., Savchuk D. A., Kuznetsov A. S., 2017, Osobennosti datirovaniya seley, lavin i kamnepadov v verkhov'yakh r. Aktru (Severo-Chuyskiy khrebet, Tsentral'nyy Altay) po travmam derev'ev, [Dating of debris flows, avalanches and rockfalls in the Aktru headwater (Severo-Chuisky range, the Central Altai mountains) by tree injuries], *Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya. Gidrogeologiya. Geokriologiya*, no. 4, pp. 35–47. (in Russ.).
7. Nikolaeva Svetlana A., Belova (Dirks) Marina N., 2017, Phytocoenotic assessment of ecotopes on avalanche tracks and debris flow deposits in the Aktru river upper reaches, *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Biologiya*, [Tomsk State University Journal of Biology], no. 40, pp. 181–201. (in Russ.).
8. Kazakov N. A., 2000, *Geologicheskie i landshaftnye kriterii otsenki lavinnoy i selevoy opasnosti pri stroitel'stve lineynykh sooruzheniy (na primere o. Sakhalin)*, [Geological and landscape criteria for assessing avalanche and mudflow hazard in the construction of linear structures (on the example of Sakhalin Island)], 36 p., Extended abstract of candidate's thesis, Sakhalinskiy universitet, Yuzhno-Sakhalinsk. (in Russ.).
9. Kazakova E. N., Lobkina V. A., 2006, Analysis of catastrophic avalanches in settlements of Sakhalin, in *Natural risks assessment and management*, Proceedings of the Vserossiyskaya konferentsiya «Risk — 2006», Yuzhno-Sakhalinsk, pp. 300–302, Yuzhno-Sakhalinsk, Moscow.
10. Petrushina M. N., 2001, Influence of mudflows and snow avalanches on high-mountainous, *Data of glaciological studies*, iss. 91, pp. 96–104. (in Russ.).
11. Kanonnikova E. O., 2012, Invironmental effects of avalanche activity for natural complex (on an example of the North-West Caucasian), *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, no. 4, p. 324, viewed 21 March 2018, from <http://www.science-education.ru/>. (in Russ.).
12. Gorchakovskiy P. L., Shiyatov S. G. 1985, *Fitoindikatsiya usloviy sredy i prirodnnykh protsessov v vysokogor'yakh*, [Phytoindication of environmental conditions and natural processes in high mountains], 209 p., Nauka, Moscow. (in Russ.).
13. Seliverstov Yu.G., Glazovskaya T.G., Troshkina E.S., 2010, Otsenka izmeneniya lavinnoy aktivnosti na territorii Rossii v svyazi s global'nym izmeneniem klimata, [Assessment of changes in avalanche activity in Russia due to global climate change], in *Problemy prognozirovaniya chrezvychaynykh situatsiy. Otsenka riskov vozniknoveniya chrezvychaynykh situatsiy*, [Problems of forecasting emergencies. Assessment of the risks of emergencies], X nauchno-prakticheskaya konferentsiya. 5–6

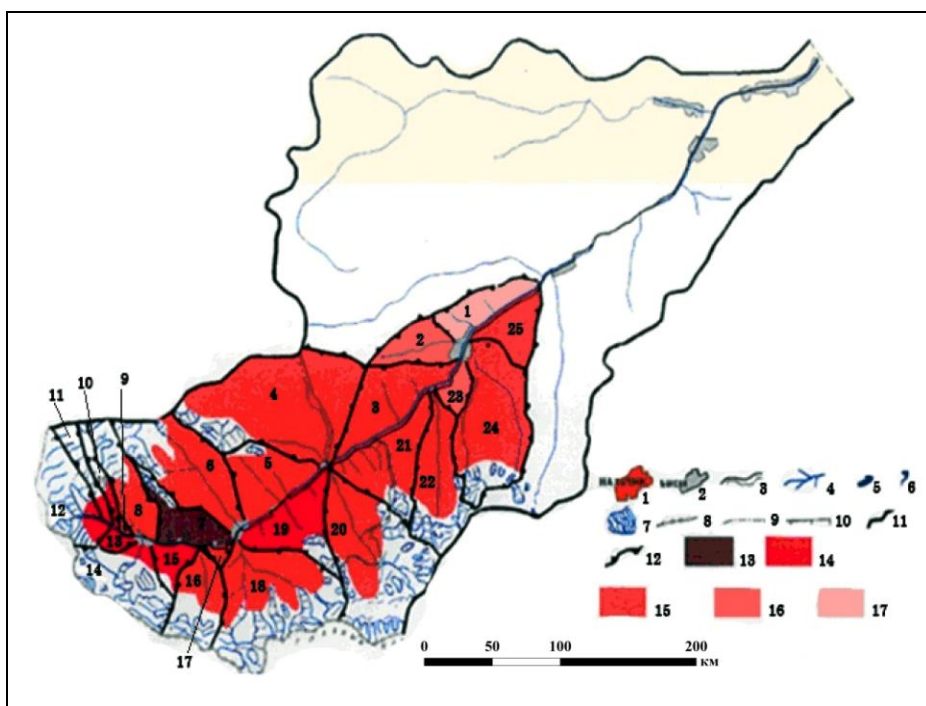
- oktyabrya 2010, Moskva, doklady i vystupleniya, [Proceedings of the X scientific and practical conference. October 5–6, 2010, Moscow], pp. 146–154, Antistikhya, Moscow. (in Russ.).
14. Sokratov S. A., Seliverstov Yu. G., Shnyarkov A. L., Koltermann K.P., 2013, Anthropogenic effect on avalanche and debris flow activity, *Ice and Snow*, no. 2 (122), pp. 121–128. (in Russ.).
  15. Kyul E. W. Marchenko P. E., Dzhappuyev D. R. 2014, The analysis of susceptibility of natural and technogenic mountain geosystems to dangerous exogenous processes (on the example of Kabardino-Balkar Republic), *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*, no. 3 (59), pp. 46–52. (in Russ.).
  16. Runich A. V. (ed.), 1970, *Rasprostranenie i rezhim lavin na territorii SSSR. Kratkiy katalog izvestnykh svedeniy*, [Distribution and the regime of avalanches in the territory of the USSR. A brief catalog of known information], 61 p., Gidrometeoizdat, Leningrad. (in Russ.).
  17. Troshkina E. S. (ed.), 1980, *Laviny Priel'brus'ya*, [Avalanche of the Elbrus region], 130 p., MGU, Moscow. (in Russ.).
  18. *Kontsepsiya protivolavinnoy zashchity uchastka ot poselka Terskol do Polyany Azau v Kabardino-Balkarskoy Respublike. Otchet. Fondy MChS i GO KBR*, [The concept of anti-avalanche protection of the site from the village of Terskol to the Glade Azau in the Kabardino-Balkarian Republic], Report, The funds of the Ministry of Emergency Situations and the Ministry of Defense of the KBR, 89 p. (in Russ.).
  19. Razumov V. V., Perekrest V. V., Streshneva N. P., Kyul E. V., Kuptsova A. V., Ul'bashev V. Kh., Dokshokova T. N., Tarasenko A. N., 2001, *Cadastré avalanche-debris flow hazard of the Kabardino-Balkarian Republic*, 64 c. Gidrometeoizdat, St.-Petersburg. (in Russ.).
  20. Akif'eva K. V., 1980, *Metodicheskoe posobie po deshifirovaniyu aerofotosnimkov pri izuchenii lavin*, [Methodical tool for deciphering aerial photographs in the study of avalanches], 50 p., Gidrometeoizdat, Leningrad. (in Russ.).
  21. Kyul E. W., 2004., *Geoekologicheskie posledstviya skhoda snezhnykh lavin na territorii Kabardino-Balkarskoy Respubliki*, [Geoecological consequences of avalanches in the territory of the Kabardino-Balkarian Republic], 26 p., Extended abstract of candidate's thesis, Yuzhnyy federal'nyy universitet, Rostov-na-Donu. (in Russ.).
  22. Kyul E. W., 2014, Assessment of changes in the landscape by avalanche activity (on landscape characteristics of avalanches frequency), *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*, no. 359), pp. 53–59. (in Russ.).
  23. Kyul E. W., 2015, Long -term analysis of avalanche activity in some selected geosystems of southern part of Elbrus foothills region, *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*, no. 3 (65), pp. 48–54. (in Russ.).
  24. Kyul E. W., 2015, Some results of the study of transformation of landscapes of south Elbrus vicinity by snow avalanches, *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*, no. 5, pp. 61–69. (in Russ.).
  25. Kyul E. W. 2015, The study on the relationship between avalanche activity and transformation of vegetation (on the example of southern Elbrus vicinity), *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*, no. № 6 – 2 (68)5, pp. 253–260. (in Russ.).

Статья принята для публикации 27 февраля 2018 г.

*Приложение. Иллюстрации к статье. Ссылки на рисунки в тексте.*  
*Attachment. Illustrations to the article. Links to illustrations are given in the text.*



**Рис. 1** Прил. Орографическая схема бассейна р. Терек.  
**Fig. 1** Att. Orographic scheme of the Terek river basin.



**Рис. 2** Прил. Фрагмент карты средней поражённости территории КБР лавинами. Верховья реки Баксан. Южное Приэльбрусье. Масштаб оригинала 1: 200000.  
**Fig. 2** Att. The map of the average infestation of KBR territory of avalanches. The upper reaches of the Baksan River. Southern Prielbrusye. The original scale of 1: 200000.

**Условные обозначения к рисунку 2:**

Населённые пункты по административному значению: 2 – центры районов. Пути сообщения: 3 – автомобильные дороги. Гидрография: 4 – реки. Рельеф: 7 – ледники. Границы: 8 – государственные. Границы и номера таксономических единиц районирования: 11 – основных бассейнов лавинообразования; 12 – бассейнов лавинообразования (ПАГ с ведущим типом земпользования: горнодобывающим, № 1 – 3; сельскохозяйственным, № 4, 8, 9; рекреационным, № 11, 14, 18, 20; инженерно-коммуникационным, № 13, 21)



**Рис. 3** Прил. Последствия схода снежных лавин. Участок исследований, лавинная геосистема № 13 (справа р. Баксан, правый борт). Главный Кавказский хребет, северный склон.

*Фото Борисовой Н. А. Июнь 2013 г.*

**Fig. 3** Att. The consequences of avalanches. The site of research, the avalanche geosystem No. 13 (on the right, the Baksan river, right board). Main Caucasian ridge, northern slope.

*Photo Borisova N. A. June 2013 .*



**Рис. 4** Прил. Лавинный бассейн с лавиносборами № 62(9) – 61 (10). Комплекс противолавинных сооружений: дамба и клинья (справа налево). Фото Кюль Е. В. Июль 2014 г.

**Fig. 4** Att. Avalanche basin with avalanche landforms. No. 62(9) – 61(10). The complex of anti-avalanche structures: the dam and wedges (right to left). Photo Kyul E. W. July 2014.





Рис. 5 Прил. Лавинный бассейн с лавиносборами № 61 (11) – 59 (12 – 13). Комплекс противолавинных сооружений (справа налево): дамба и клинья. Сложный лавиносбор № 58 (14).

Дамба. Фото Кюль Е. В. Июль 2014 г.

Fig. 5Att. The avalanche basin with avalanche landforms No. 61 (11) – 59 (12 – 13). The complex of anti-avalanche structures (right to left): the dam and wedges. The complicated avalanche landform No. 58 (14). The dam. Photo Kyul E. V. July 2014.

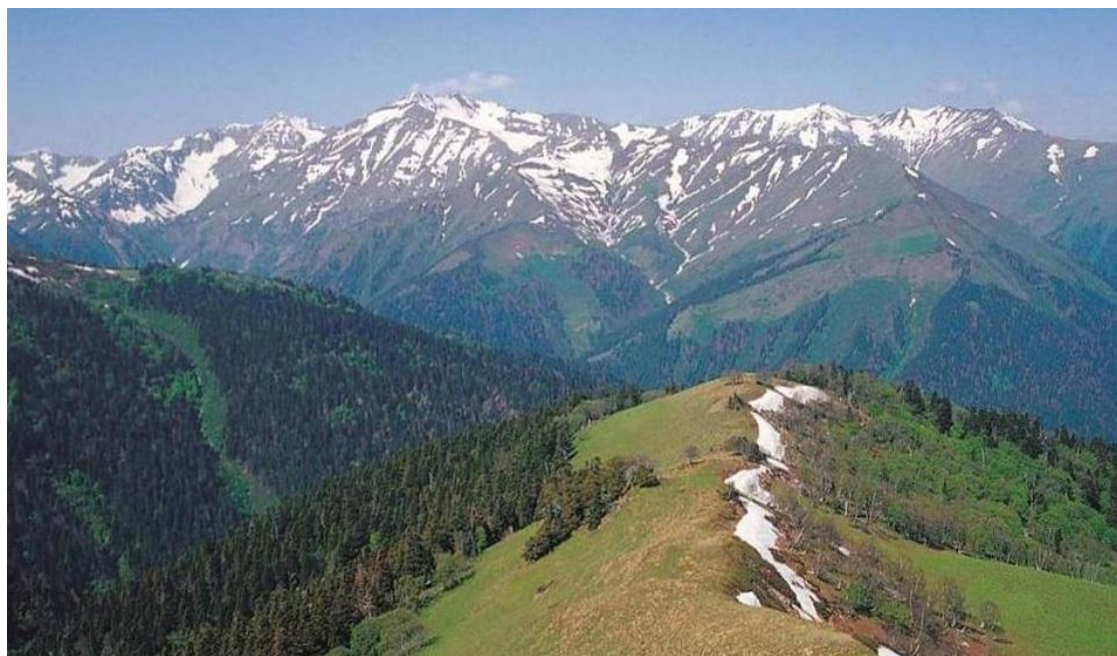


Рис. 6 Прил. Ландшафтные признаки лавин. Полосчатый фестончатый рисунок растительности. Увеличение площади смешанных и лиственных лесов. Лавинные прочёсы.

Фото Борисовой Н. А. Июнь 2013 г.

Fig. 6Att. Landscape signs of avalanches. Scalloped banded pattern of vegetation. Increasing the area of mixed and deciduous forests. Avalanche batts. Photo Borisova N. A. June 2013.