

УДК 551.311.21 + 625.5 (571.53)

А. В. КАДЕТОВА, Е. А. КОЗЫРЕВА

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск

**ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ОПАСНОСТИ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВЕСНОЙ КАНАТНОЙ ДОРОГИ
НА ГОРНОЛЫЖНОМ КУРОРТЕ «ГОРА СОБОЛИНАЯ» (ЮЖНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)**

Рассматриваются инженерно-геологические особенности участка трассы подвесной канатной дороги на горнолыжном комплексе «Гора Соболиная», возможность возникновения и развития опасных экзогенных геологических процессов, угрожающих целостности сооружения в результате техногенной нагрузки. Для устойчивого и безопасного функционирования сооружения высокого класса ответственности рекомендуется проведение мониторинговых наблюдений.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, экзогенные геологические процессы, природно-техническая система, рекреационный комплекс.

We examine the engineering-geological characteristics of the section of the ropeway route at the "Gora Sobolinaya" mountain-skiing complex, and the eventual emergence and development of dangerous exogenous geological processes bringing the threat to structural integrity as a result of technogenic loads. Monitoring observations are recommended to achieve a stable and safe operation of this structure of a high importance class.

Keywords: engineering-geological conditions, exogenous geological processes, natural-engineering system, recreational complex.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство и эксплуатация инженерных объектов в горных районах осложняются такими особенностями геологической среды, как пересеченный рельеф, сложные гидрогеологические условия, высокая сейсмичность, активная тектоника горных регионов, в связи с чем требуются дополнительные инженерно-геологические исследования [1]. Объект исследования горнолыжный курорт «Гора Соболиная», основанный в конце 70-х гг. XX в., — один из самых крупных горнолыжных центров Сибири и Дальнего Востока. Мощный снежный покров, разнообразные по сложности горнолыжные трассы, мягкий климат, большое количество солнечных дней в году и развитая инфраструктура района привлекают множество туристов. Принимающая способность курорта с каждым годом увеличивается, возникает потребность в расширении инфраструктуры данного комплекса.

Планируется расширение трасс, возводятся новые инженерные сооружения, что приводит к увеличению техногенных нагрузок на природную геологическую среду района с возможным развитием негативных геологических процессов, угрожающих безопасности людей. В связи с этим возрастает потребность в периодическом инспектировании и обследовании трасс и сооружений с целью выявления опасных геологических процессов. Нарушения при строительстве и непродуманные мероприятия при эксплуатации горнолыжных комплексов, трасс для катания и объектов инфраструктуры могут повлечь за собой активизацию некоторых неблагоприятных геологических процессов — оползневых, эрозионных (оврагообразование, плоскостной срыв) и др. [2].

Основная задача данной работы — оценка общего инженерно-геологического состояния участка пассажирской подвесной канатной дороги, анализ развития опасных экзогенных геологических процессов, угрожающих целостности инженерного сооружения и снижающих уровень безопасности людей, отдыхающих на курорте «Гора Соболиная».

Инфраструктура горнолыжного комплекса включает в себя 12 сертифицированных трасс катания общей протяженностью около 15 км, шесть бугельных подъемников и подвесную канатную дорогу (<http://www.baikalski.com>). Объект исследования — подвесная канатная дорога. Подобный тип сооружений относится к высокому классу ответственности по ГОСТу и представляет собой линейное сооружение с 17 промежуточными опорами, нижней приводной (натяжной) и верхней обводной станциями. Фундаменты опор и станций монолитные, бетонные с армированием, столб-

чатые. Глубина заложения фундаментов на 0,1 м ниже глубины сезонного промерзания грунтов. Подобного рода сооружения относятся к объектам повышенной социальной ответственности.

ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Горнолыжный комплекс расположен на юго-восточном побережье оз. Байкал, на водораздельном пространстве рек Харлахта и Бабха между ручьями Кирпичный и Красный, в предгорье хр. Хамар-Дабан на высоте от 500 до 1004 м. Высота горы Соболиной 1004 м над ур. моря. Максимальный перепад высот 500 м, максимальный уклон поверхности достигает 48,8°. Исследуемый участок расположен в пределах крупной геологической структуры — Байкальской рифтовой зоны. Рельеф территории относится к эрозионно-тектоническому типу, это среднегорный интенсивно расчлененный крутосклонный рельеф. Территория отличается высокой сейсмичностью. На основании карты сейсмического районирования район исследования отнесен к территории, сейсмичность которой составляет 9 баллов [3]. Особые черты климата района исследования — высокие сезонные перепады температур, большое количество осадков, глубокое сезонное промерзание грунтов [4].

В геологическом отношении основная часть исследуемого участка представлена толщей мраморов (архей—нижний протерозой), обладающих высокими прочностными показателями. Процессы выветривания в них проявляются в естественных и искусственных обнажениях, характеризуются распадом на отдельные глыбы и обломки. Подножие склона и часть вершины представлены породами нерасчлененных раннепротерозойских интрузий (рис. 1). По петрографическому составу это габбро-диабазы, габбро-диориты и диориты. Часть северного склона сложена позднепротерозойскими интрузиями [5]. Породы этого комплекса сложены массивами гранитоидов, приуроченных к ослабленным зонам глубинных разломов. Гранитоиды этой формации в образцах обладают высокой механической прочностью [6]. Поверхностные отложения склона представлены элювиально-делювиальными песчано-глинистыми образованиями, смешанными с обломками коренных пород. Эти отложения в переувлажненном состоянии активно участвуют в оползневых и солифлюкционных процессах.

Трассы катания представляют собой вырубленные просеки, поверхность которых частично выровнена с применением тяжелой техники, дерновый горизонт отдельных участков снят. Наиболее сложные трассы для катания проложены по неизменному естественному рельефу, в том числе и по курумным полям. В период активного снеготаяния на отдельных обнаженных участках трасс отмечаются сезонный плоскостной смыв и линейная эрозия. Однако вышеперечисленные процессы не подразумевают активного развития в течение остального периода положительных температур.

Исследуемый участок трассы канатной дороги расположен на склоне северо-западного простирания северной экспозиции. Снежный покров на участке сохраняется с начала ноября до середины мая. Трасса пересекает следующие геоморфологические элементы: днище пади, склоны двух противоположных водоразделов и склон северной экспозиции самой горы Соболиной.

Методика работ включала дешифрирование разновременных космо-, аэрофотоматериалов; анализ данных инженерно-геологических колонок по бурению скважин, шурфов и расчисток на участке исследований; географическую привязку трасс катания и площадок для строительства опор канатной дороги; GPS-съемку профиля трассы канатной дороги; составление карты-схемы инженерно-геологических условий участка строительства канатной дороги. Для оценки опасных геологических процессов был проведен комплексный инженерно-геологический анализ данных, полученных при инженерно-геологических изысканиях под фундаменты опор канатной дороги и натурном обследовании трассы подъемника.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследуемый участок расположен в пределах преобразованного коренного склона: проведена выборочная подрезка склона, выполнена нивелировка поверхности, часть склона выровнена до почти горизонтального уровня — на отметках 535–540 м. Выше указанных отметок по склону проведены подрезка и расчистка под горнолыжные трассы, на которых отсутствует дерновый слой и вскрыты делювиальные образования. В результате отсутствия почвенного слоя и дерна по склону в местах организации горнолыжных трасс коренной массив подвержен более глубокому проникновению агентов выветривания, что сказывается на скорости дробления материала и увеличении мощности выветрелой зоны. Мощности зоны выветривания на обнаженных частях склона выше, чем в местах, сохранивших покрывающий слой.

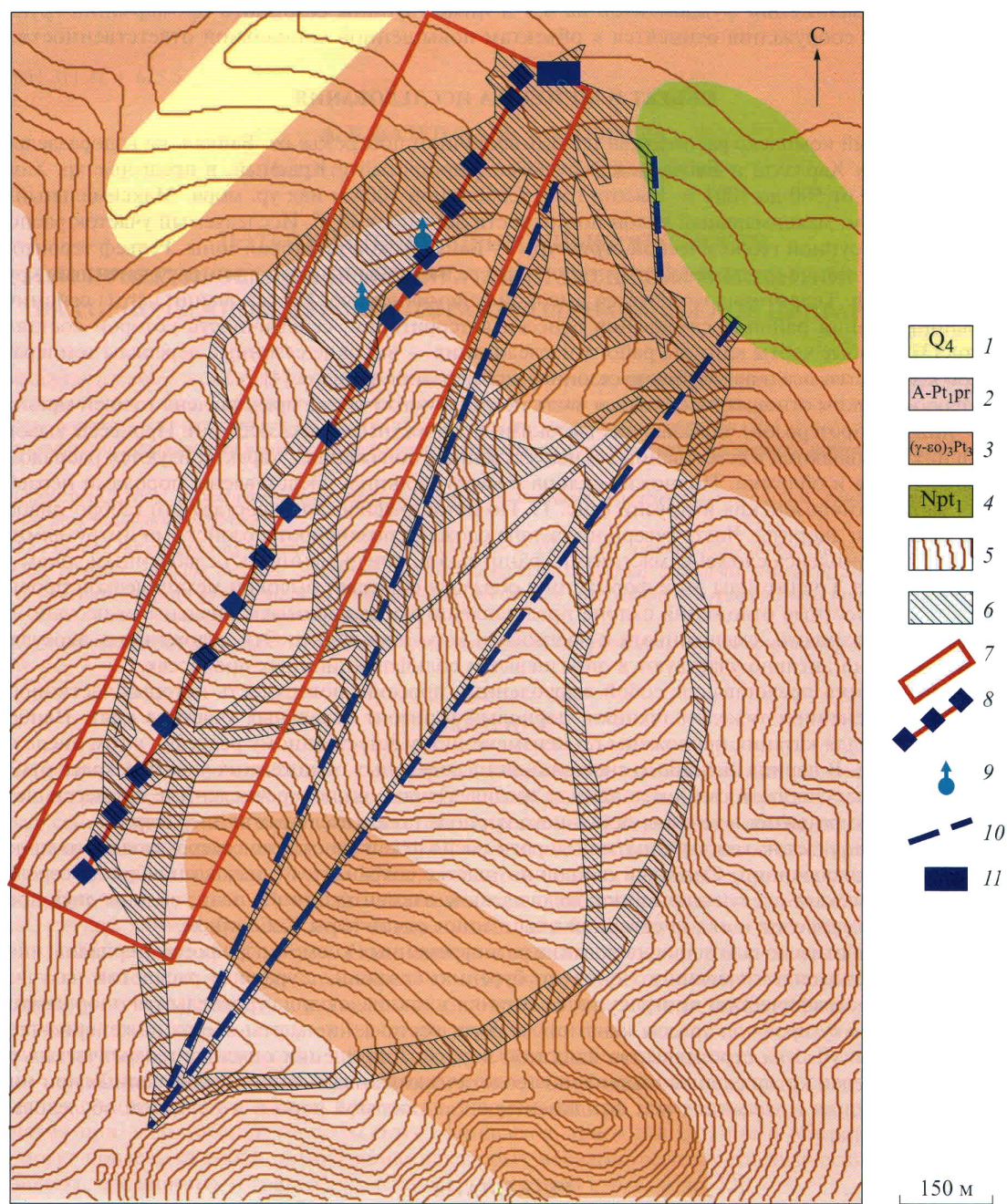


Рис. 1. Геологическая карта-схема территории горнолыжного комплекса.

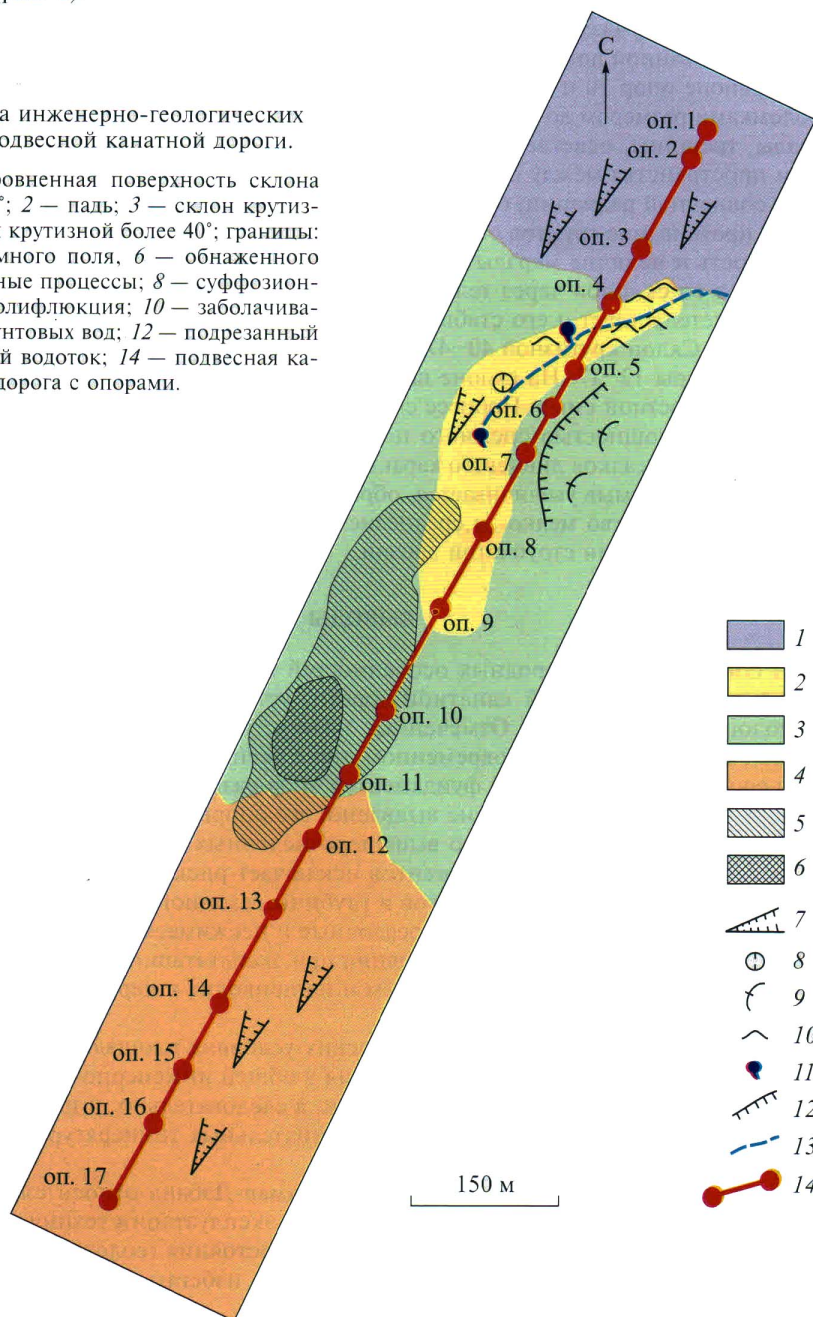
1 — четвертичная система, современный отдел, аллювиальные отложения русел рек (валунно-галечные образования, галечники и пески с примесью гальки); 2 — архей—нижний протерозой, слюдяная серия, перевальная свита (белые мраморы с прослоями и линзами кальцифиров, офикальцитов, розовых диопсидовых мраморов, скарноидов и гнейсов); 3 — позднепротерозойская интрузия, саянский комплекс, третья фаза (гранитоиды); 4 — основные нерасчлененные раннепротерозойские интрузии (габброиды и диориты); 5 — горизонтали рельефа (проведены через 10 м); 6 — просеки под горнолыжные трассы; 7 — граница участка подвесной канатной дороги; 8 — подвесная канатная дорога; 9 — выходы грунтовых вод; 10 — бугельные подъемники; 11 — административные здания.

Кроме того, в пределах техногенно преобразованных трасс по склонам интенсивно развивается поверхностный эрозионный смыв, формируя все новое и новое поступление материала элювиально-делювиальных отложений. Поверхностные отложения склонов представлены делювиальной супесью со щебенкой, мелкой в основании склона и увеличивающейся в размерах по мере возрастания абсолютных отметок поверхности горного массива. Мощность элювиально-делювиальных отложений вниз по склону увеличивается. Такое перераспределение чехла покровных отложений обусловлено значительным развитием поверхностного сноса и смыва.

В результате детального обследования территории по протяженности трассы подъемника выделены три участка, каждый из которых характеризуется развитием определенных экзогенных геологических процессов (рис. 2).

Рис. 2. Карта-схема инженерно-геологических условий трассы подвесной канатной дороги.

1 — техногенно-выровненная поверхность склона крутизной от 5 до 15°; 2 — падь; 3 — склон крутизной до 40°; 4 — склон крутизной более 40°; границы: 5 — заросшего курумного поля, 6 — обнаженного курума; 7 — эрозионные процессы; 8 — суффозионные просадки; 9 — солифлюкция; 10 — заболачивание; 11 — выходы грунтовых вод; 12 — подрезанный склон; 13 — сезонный водоток; 14 — подвесная канатная дорога с опорами.



Первый участок. Склон крутизной до 15° сложен делювиально-элювиальными отложениями, представленными супесью с мелкой щебенкой. Техногенно-выровненный склон, без растительного покрова, с интенсивным развитием плоскостного смыва. Поверхность изрезана временными водотоками и мелкими эрозийными формами. В его пределах расположены первые четыре опоры трассы.

Второй участок. Склон крутизной до 40° , на котором расположены опоры 5–11. Здесь отмечена разгрузка подземных вод в виде малобитного источника с сезонно действующим водотоком. Между опорами 4 и 5, расположенными на противоположных друг к другу стабильных склонах пади, наблюдаются заболоченный участок и разгрузка подземных вод. Разгрузка грунтовых вод здесь приурочена к зоне контакта мраморов перевальной свиты и интрузивных гнейсов. В районе опор 5–7, выше подрезанного склона, зафиксированы мелкие поверхностные солифлюкционные деформации. Протяженность склона, пораженного поверхностными деформациями, около 4 м. На этом участке на техногенно-преобразованной поверхности трассы развит интенсивный поверхностный смыв в период снеготаяния. В районе опор 10 и 11 находится курум. Центральная часть каменного поля обнажена и сложена обломками размером до 1,5–2 м в поперечнике. Курум стабилен, никаких признаков его движения (валы, трещины, освещенные зоны) не обнаружено. Поверхность курума характеризуется наличием пространства между обломками. Обломки изолируют поверхность коренных пород от воздействия солнечной радиации, сохраняя тем самым минимальные температуры в теле курума. Таким образом, протаивание грунтов основания таких участков протекает медленно. Высокая пропускная способность и наличие мерзлых пород близко от поверхности способствуют интенсивному стоку талых вод со склонов через тело курума. Нижняя кромка курума, поросшая растительностью, также свидетельствует о его стабильном состоянии.

Третий участок. Склон крутизной 40 – 47° расположен выше абсолютных отметок 700 м. На этом участке находятся опоры 12–17. На склоне выполнена расчистка, отсутствует дерновый слой и интенсивно развит плоскостной смыв. Процесс смыва начинается с момента образования талых снеговых вод и обусловлен мощностью снежного покрова и уклонами поверхности. Если таяние снега совпадает с выпадением осадков ливневого характера, когда грунты протаяли на первые десятки сантиметров, поверхностный смыв увеличивается, образуя эрозийные формы. Временными водотоками сносится огромное количество мелко- и среднedisперсного материала вниз по склону. В весенний период склон покрыт формами струйчатой эрозии.

ВЫВОДЫ

Исходя из совокупности природных особенностей и на основе анализа инженерно-геологических условий участка подвесной канатной дороги, установлена средняя категория сложности инженерно-геологических условий. Отмеченные на участке экзогенные геологические процессы (курумы, эрозия, солифлюкция) на современном этапе эксплуатации не влияют на порядок функционирования сооружения. В пределах фундаментов опор развития опасных геологических процессов, угрожающих целостности объекта, не выявлено, все опоры сооружения находятся на стабильных участках, не подверженных влиянию вышеперечисленных экзогенных процессов.

Проектная глубина заложения фундаментов исключает риски деформаций, поскольку расположена ниже зоны сильновыветрелых грунтов и глубины сезонного промерзания. Основания опор заглублены в коренные породы или на непросадочные и несжимаемые элювиально-делювиальные грунты, что отражается на их стабильном состоянии при эксплуатации. Вмешательство в геологическую среду ограничивается поверхностным слоем и не приводит к перестройке механизмов и компонентов геосистемы.

При существующих геолого-геоморфологических условиях площадки и контролируемой техногенной обстановке не прогнозируются изменения в общей инженерно-геологической ситуации. Основная эксплуатация подвесной канатной дороги, а следовательно, и повышенная техногенная нагрузка, приходится на зимние месяцы, а при отрицательных температурах склоны находятся в стабильно-замороженном состоянии.

Однако нужно учитывать, что район предгорья Хамар-Дабана относится к территории с высокой степенью природных геологических рисков. При эксплуатации технических сооружений на данной территории необходимо проводить мониторинг состояния геологической среды, состояния сооружения в целом и фундаментов опор в частности и избегать необоснованной техногенной нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шешеня Н. Л. Аварийные ситуации на строительных объектах России в результате проявлений опасных природных и техногенных процессов // Геориск. — 2010. — № 2. — С. 56–64.
2. Зубенко А. В. Перспективы развития туризма в Тебердинском заповеднике (Западный Кавказ) // География и природ. ресурсы. — 2009. — № 2. — С. 117–120.
3. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР-97. — М.: ОИФЗ, 1999. — 3 л.
4. Лешиков Ф. Н. Мерзлые породы Приангарья и Прибайкалья. — Новосибирск: Наука, 1978. — 139 с.
5. Геологическая карта СССР, М 1:200 000. Сер. Восточно-Саянская. Л. М-48-III: Объяснительная записка. — М.: Гос. науч.-техн. изд-во лит. по геологии и охране недр, 1973. — 100 с.
6. Инженерная геология Прибайкалья / Под ред. Г. Б. Пальшина. — М.: Наука, 1968. — 187 с.

Поступила в редакцию 20 марта 2012 г.