

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КРИОГЕННЫХ И НИВАЛЬНО-ГЛЯЦИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ВЫСОКОГОРЬЕ ПРИЭЛЬБРУСЬЯ НА ОБЪЕКТЫ РЕКРЕАЦИИ

Иванов М.Н.

МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва

Приэльбрусье является одним из живописнейших районов Кавказа и находится в пределах природного национального парка «Приэльбрусье» между Главным и Боквым хребтами Кавказского мегантиклинория; характеризуется глубокорасчлененным альпийским рельефом. Климат прохладный умеренно влажный. Средние температуры на дне долины (2326 м): Т_и +2,8°С, Т_я –6,3°С, на базе «Приют 11», расположенной на южном склоне Эльбруса (4050 м): Т_и 0°С, Т_я –17,1°С. Спектр высотной зональности ландшафтов характеризуется набором зон от лесной в долинах до нивально-гляциальной выше 3500 м. Каждый высотный пояс характеризуется своим набором экзогенных процессов [1].

Данная территория была заселена еще в средние века, а уникальное сочетание природных условий обусловило активное освоение территории во второй половине XX века. Горы, ледники, снег, минеральные и грязевые источники привлекают в Приэльбрусье туристов и скалолазов, горнолыжников и альпинистов, путешественников и многих других. В 1971 г. на южном склоне Эльбруса была построена первая маятниковая канатная дорога, которая функционирует до сих пор. Позже построены несколько

кресельных подъемников на склоне горы Чегет. На безопасных участках были возведены туристические базы и гостиницы (Иткол, Чегет, Азау). С тех пор количество рекреантов постоянно возрастает (рис. 1) и составляет первые десятки тысяч человек в год. Последнее десятилетие ознаменовалось интенсивным строительством гостиниц, причем не всегда на безопасных участках. В 2007 г. на Эльбрусе запущена новая современная гондольная канатная дорога и планируется строительство ее продолжения.

В районе широко развит весь комплекс инженерно-геологических, криогенных и нивально-гляциальных процессов, которые активно влияют на рекреационное освоение и устойчивое функционирование территории. В зону риска попадают дорожное полотно, здания и сооружения, линии инженерно-хозяйственных коммуникаций, ЛЭП, горнолыжные трассы, экскурсионные тропы и автостоянки.

Молодость рельефа обуславливает особую активность нивально-гляциальных и инженерно-геологических процессов. Из первых наибольшее влияние на объекты рекреации оказывают лавины и сели, иногда катастрофического размера, в то время как нивация, обвалы и подвижки ледников и каменных глетчеров занимают подчиненное



Рис. 1. Объекты рекреации и рекреанты



Рис. 2. Лавина № 38 (фото Е.Ю. Радина)



Рис. 3. Город Тырнауз, 2000 (фото О.В. Платонова)



Рис. 4. Опоры канатных дорог на текущих грунтах

положение. Среди вторых выделяется эрозия, а обвалы и оползни менее активны. Эти процессы могут приносить колоссальные разрушения сооружений, приводить к изменению ландшафтов, а также к невозможным потерям. Криогенные процессы, менее заметные в первом приближении, нередко остаются в тени, но повсеместно широко развиты криогенное выветривание и солифлюкция, на нарушенных участках — термоэрозия, а на значительных высотах преобладает морозная деструкция бетона. Их влияние на надежность и устойчивость объектов рекреации весьма велико, особенно при эксплуатации опор канатных дорог на склонах. Основываясь на величине влияния на объекты рекреации, остановимся на наиболее значительных из них в обозначенном порядке.

Лавины формируются практически во всех высотных поясах, являя собой наибольшую разрушительную силу, они опасны для объектов рекреации и препятствуют ее развитию (рис. 2). Наиболее опасными для людей и сооружений в Приэльбрусье являются лавины, сходящие из лавинобортов № 37, 38, 39, 40, 54, 169, 204 (кадастр МГУ) левого борта и № 9, 10, 11, 14, 35, 74 правого борта. Между полянами Чегет и Азау на расстоянии 5 км отмечено 29 лавинных лотков, из которых лавины № 37–39 представляют опасность для опор канатных дорог, горнолыжной трассы, автостоянок и для водозабора гостиниц. Инженерных способов защиты от них не разработано, но несколько раз за зиму эти лавины спускают обстрелами из миномета или путем подрезания снежных пластов горными лыжами.

Хаотичная застройка полян Азау и Чегет зданиями гостиниц и кафе, зачастую без разрешений и согласований, привела к резкому росту опасности гибели от лавин рекреантов, находящихся в данных строениях. Ежегодно лавина № 40 наносит ущерб зданию гостиницы «Балкария», построенному на пути ее движения. В настоящее время возведена отбойная дамба, отводящая лавину в сторону соседних строений. Лавина № 39 в 2005 г. сошла на территорию несанкционированной автостоянки; в 2007 г. разрушила павильон проката инвентаря. Лавины № 9, 74, 169 перекрывают автодорогу, преграждая проезд рекреантам. В 2006 г. от лавины № 80 пострадала нейтринная обсерватория РАН.

Сели являются вторым по разрушительной силе нивально-гляциальным процессом после лавин ввиду более редкого схода, но в то же время могут приносить ката-

строфические последствия. Формирование селей обусловлено развитием бывшего мощного оледенения, способствовавшего накоплению рыхлого материала, и его последующей деградацией, сопровождающейся поступлением обилия талой воды. Другой причиной являются выпадающие осадки. Приэльбрусье характеризуется высокой степенью селевой активности. Ежегодно сели наносят ущерб хозяйственным постройкам, дорогам, транспорту, гибнут люди. Известен печальный опыт города Тырнауз, где в 2000 г. Герхожанский селевой поток разрушил значительную часть капитальных жилых домов (рис. 3), автотрассу и привел к многочисленным жертвам, а в результате подпруживания р. Баксан была затоплена центральная часть города и прервано снабжение всего Приэльбрусья. Мукуланский сель ежегодно перекрывает автотрассу. Принимающиеся ныне меры по обеспечению селевой безопасности, малодейственны, нуждаются в пересмотре и финансовых вложениях. Без ликвидации селевой опасности существуют ограничения в надежном обеспечении бесперебойной эксплуатации и функционирования дорог, ЛЭП, зданий рекреационных объектов.

Эрозия является еще одним опасным для рекреационных объектов процессом. Проявление эрозии отмечено преимущественно на нарушенных хозяйственной деятельностью участках. До 2003 г. горнолыжные трассы на южном склоне г. Эльбрус проходили по естественной задернованной поверхности. В 2003 г. были проведены взрывные работы для расширения полотна трассы и ее выравнивания, что привело к сведению почвенно-растительного покрова, активизации инженерно-геологических процессов, нарушению устойчивости и эстетики ландшафта. В связи с отсутствием продуманного водоотведения на горнолыжных трассах ежегодно в весенне-летний период формируются промоины, достигающие 1 м в ширину и глубину, что приводит к снижению качества катания и требует нового выравнивания склонов. Повторное выравнивание было проведено в 2006 г., но вопросы водоотведения остались нерешенными и состояние горнолыжных трасс, являющихся одним из основных объектов рекреации в зимний период, по-прежнему остается неудовлетворительным. Планируемое искусственное оснежение трасс приведет к увеличению объема талых вод и эрозии. Другой тип эрозии связан с ливнями и приводит к размыву автотрасс.

Криогенное выветривание является длительно протекающим процессом, который приводит, с одной стороны, к накоплению рыхлого материала, а с другой — к ослаблению и разрушению оснований и фундаментов сооружений. Наибольшую опасность для фундаментов опор канатных дорог представляет морозная деструкция железобетона, что может привести к потере устойчивости. Это обстоятельство осложняется тем, что в связи со сложностью инженерно-геологических условий основания некоторых опор установлены в рыхлых текущих грунтах, подверженных эрозии и солифлюкции. В настоящее время отмечено, что у нижней из трех опор маятниковой канатной дороги разрушена подпорная стенка, подрезан склон и ситуация характеризуется как опасная (рис. 4). Нагрузки, вибрации, ветровые колебания и криогенное выветривание приводят к ослаблению оснований. Авария на маятниковой канатной дороге случалась лишь однажды — по причине разрыва троса. В настоящее время тросы меняют вовремя согласно нормативам, но основаниям опор должного внимания не уделяется. С момента постройки не проводилось ни одного капитального ремонта, однако сотрудниками МГУ в 2002, 2003 гг. проводилась оценка состояния опор, выявившая потенциальные опасности.

В гляциально-нивальном поясе на высотах выше 3500 м, где снежный покров сохраняется практически круглый год, протекает морозная деструкция. В результате чего происходит шелушение горных пород, морозное выветривание и разрушение массивов, которые должны служить основаниями фундаментов хозяйственных построек и опор, проектируемых в настоящее время канатных дорог. Это обстоятельство ограничивает возможности рекреационного освоения высокогорья и требует поиска оптимальных методов фундирования и расчета оснований сооружений для нужд рекреации.

Термоэрозия наряду с вышеперечисленными процессами также оказывает заметное влияние на объекты рекреации. Активизация данного процесса обусловлена хозяйственными нагрузками и отсутствием применения инженерных решений и сооружений, закрепляющих склоны. Наибольший урон термоэрозионные врезы наносят горнолыжным трассам, на которых нарушены естественные почвенный и растительный покровы. Изменение плотно-

сти, стратиграфии и времени залегания снежного покрова на трассах приводит к изменению глубины деятельного слоя, его переувлажнению и активизации термоэрозии и солифлюкции. Нередко промоины достигают глубины и ширины более 1 м (рис. 5) при длине в сотни метров, что, как и при обычной эрозии, приводит к выносу рыхлых отложений и требует выравнивания склонов. Многолетнее пренебрежение склоноудерживающими мероприятиями может привести к изменению профиля горнолыжных трасс и даже их выходу из строя и потребует новых взрывных работ, ведущих к нарушению ландшафтов.

Ограниченные площади безопасных горизонтальных площадок для строительства в Приэльбрусье приводят к необходимости строительства зданий и сооружений на склонах. Это сопряжено с организацией подсыпок, подрезкой, нарушением устойчивости склонов и активизацией криогенных, инженерно-геологических процессов. Вынос термоэрозией рыхлого материала может привести к разрушениям сооружений на склонах в результате давления (рис. 6).

Таким образом, строительство и эксплуатация объектов рекреации в высокогорье сопряжено с интенсивной деятельностью криогенных и нивально-гляциальных процессов. В настоящее время объекты рекреации не удовлетворяют требованиям СНиП 2.07.01-89. Места размещения объектов инфраструктуры требуют особо внимательного выбора на безопасных участках с прогнозированием развития опасных процессов или должны защищаться от опасности инженерными способами. Необходим расчет прочности оснований и фундаментов с долгосрочным прогнозом на возможные: увеличение снежности зим и активизацию лавин, понижение температуры и рост интенсивности криогенного выветривания и разрушения фундаментов, увеличение периода таяния и рост частоты селей и объемов эрозии.

Работа выполнена при поддержке МГУ и РОМГТИФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Володичева Н.А., Олейников А.Д.** Эльбрусская станция // В кн. Учебно-научные географические станции вузов России. Под ред. Г.И. Рычагова и С.И. Антонова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. С. 326-371.



Рис. 5. Термоэрозионные промоины на трассе



Рис. 6. Строение, занесенное грунтами

МИНИСТЕРСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ РФ

**ОАО «ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ИЗЫСКАНИЯМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»**



ОАО «ПНИИС»

ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**МАТЕРИАЛЫ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ '2008**

Москва 2009