

Министерство строительства и ЖКХ РФ

ОАО «Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве»

«ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

Материалы девятой
научно-практической конференции
молодых специалистов

Москва 2013 г.

Инженерные изыскания в строительстве (Материалы девятой научно-практической конференции молодых специалистов)

Научно-практическая конференция молодых специалистов ПНИИИС-2013, материалы которой публикуются в данном сборнике, проводится ежегодно в ОАО «ПНИИИС». Статьи представлены аспирантами, магистрантами и студентами высших учебных заведений: геологический, географический, химический факультеты МГУ им. М.В. Ломоносова, гидрогеологический, экологический факультеты РГГРУ (МГРИ) им. С. Орджоникидзе, геологический факультет СПбГУ, геодезический факультет МИИГАиК, МИИТ, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный» (Горный университет), МГСУ, Пермского, Воронежского, Саратовского, Забайкальского госуниверситетов, Казанского (Приволжского) федерального университета, Ташкентского архитектурно-строительного института, а также молодыми сотрудниками научных и производственных организаций Института сейсмологии им. Г.А. Мавлянова АН РУз, Института динамики геосфер РАН, ОАО НПП «ВНИИГИС», ОАО «Дальвостокгагропромпроект», ОАО «Проекттрансстрой». В рамках конференции традиционно был проведен конкурс на «Лучший научный доклад», победил аспирант факультета «Гидротехнического и специального строительства» МГСУ В.В. Михайлов и приз «Зрительских симпатий» присужден магистрантке геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Л.Б. Блудушкиной.

Редакционная группа: к.г.-м.н. Павлова О.П., Регеда Т.П., Журавлева Н.А.

**Каминская М.М., Архипова А.А, Бричевский А.С. Иванов М.Н.,
Новикова А.В., Семенкова Е.А.**

МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра криолитологии и гляциологии,
лаборатория снежных лавин и селей, г. Москва, e-mail: wiaaqy@gmail.com

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ
ОЛИМПИЙСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В КРАСНОЙ ПОЛЯНЕ**

Красная Поляна – район Сочи, расположенный в среднем течении реки Мзымты; центр популярного горнолыжного курорта, активно развивающийся рекреационный центр, с уникальными природными условиями (рис. 1). Разнообразие и сложность рельефа, значительный перепад высоты (550-2450 м) в сочетании с сезонными особенностями циркуляции атмосферы обуславливают уникальные природные особенности территории. До высоты 2400 м среднегодовая температура положительная. Рельеф и климат благоприятствуют лавинообразованию на протяжении всего зимне-весеннего периода. Район характеризуется высокой степенью лавинной и селевой опасности. Максимальная толщина снежного покрова достигала 8-11, в 1987 г. на метеостанции Ачишхо [1]. В январе-феврале 2013 г. научным студенческим обществом кафедры криолитологии и гляциологии изучена активность склоновых процессов в районе Красной Поляны.

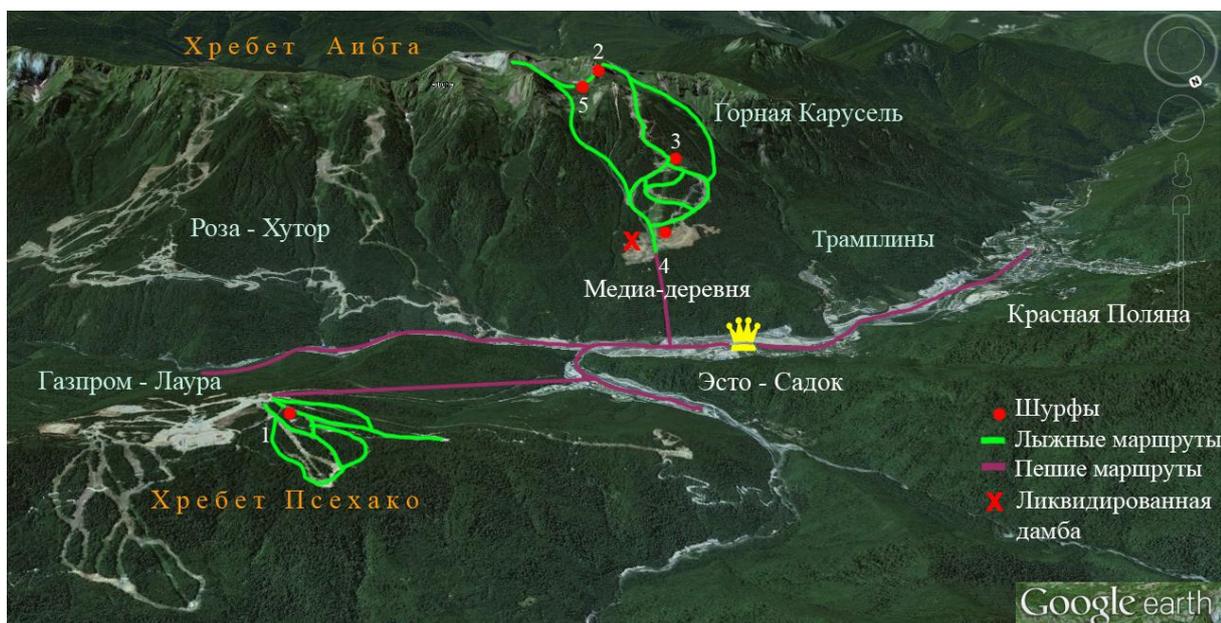


Рис. 1. Схема района исследований

Методы исследований. Работы, проводимые в камеральных условиях включали изучение и дешифрирование аэрофото- и космоснимков, топографических карт района и анализ литературных материалов. В период полевых работ, в ходе рекогносцировочных маршрутов, на склонах выбраны ключевые участки для детальных исследований, проведена визуальная оценка возможной опасности экзогенных склоновых процессов, снегомерные работы, метеорологические наблюдения. Для исследования снегонакопления и

лавинного режима использованы ряды метеорологических и снеголавинных данных, а также сведения о лавинах, полученные от специалистов, обеспечивающих безопасность функционирования горнолыжных комплексов. По стандартной методике изучены строение и свойства снежной толщи по высотному профилю на склонах хребта Аибга (1200-2200 м) и склонах хребта Псехако (1100-1450 м) для выявления ослабленных горизонтов в снежном покрове, наличие которых может привести к формированию лавин. Проведен анализ эффективности инженерных защитных сооружений.

Результаты исследований. В связи с избранием Красной Поляны местом проведения XXII Зимних Олимпийских игр в 2014 г. особый интерес представляет исследование закономерностей распределения снежного покрова, так как успешность проведения соревнований по горным видам спорта будет зависеть во многом от снежно-метеорологической ситуации зимы 2013/14 гг. Район Красной Поляны – самый многоснежный в России, сочетание количества осадков и температуры воздуха определяет снежность зимы, этот показатель удобно использовать для оценки лавинной опасности в каждый конкретный год. По классификации А.Д. Олейникова выделяются зимы малой, средней, высокой и аномально-высокой снежности [1]. По данным м/с Красная Поляна, согласно установленным критериям, особо выделены зимы аномально высокой снежности 1948/49, 1949/50, 1953/54, 1975/76, 1986/87, 1988/89, 1991/92, 1992/93 гг. [1], которые соответствуют годам повышенной лавинной активности и опасности. Наибольший перерыв между зимами, которые могут привести к сходу гигантских лавин, составлял 22 года, последний раз такая зима была 21 год назад.

Анализ многолетней изменчивости снежности показал неоднородность накопления снега на разных высотах, что может вызвать осложнения в обеспечении оснежения спортивных объектов Игр 2014 г. Амплитуда колебаний температуры воздуха в зимний период достигает 3,5°C, что снижает устойчивость снежного покрова. Из-за частых оттепелей на больших и средних высотах температура может долгое время оставаться положительной, что ведет к быстрому уменьшению толщины снежного покрова. Недостаток снега восполняется с помощью систем искусственного оснежения и запасаемого естественного снега, но при самых неблагоприятных условиях будет сложно поддержать достаточную для проведения соревнований толщину и качество снежного покрова, снег будет переувлажненным и тяжелым, что может вызвать обрушение конструкций, не рассчитанных на данные условия.

На протяжении последних 10 лет наблюдается повышение среднегодовой температуры воздуха и смещение максимума снегонакопления на февраль-март. Зимний сезон 2012/13 гг. стал одним из самых теплых за период метеонаблюдений в Красной Поляне с 1936 г. (рис. 2). Анализ метеорологических данных за 2012–2013 гг. позволил оценить зиму на конец января как малоснежную. На конец января снега было мало и залегал он лишь выше 1000 м, при этом зарегистрировано 129 лавин, из которых 14 сошли самопроизвольно, в том числе на олимпийские трассы. Формирование лавин в декабре и январе 2012/13 г. было связано с затяжными снегопадами. С начала

лавиноопасного периода 07.12.2012 г. до 19.04.2013 г. по данным МЧС сошло 374 лавины, из которых 159 самопроизвольно [3].

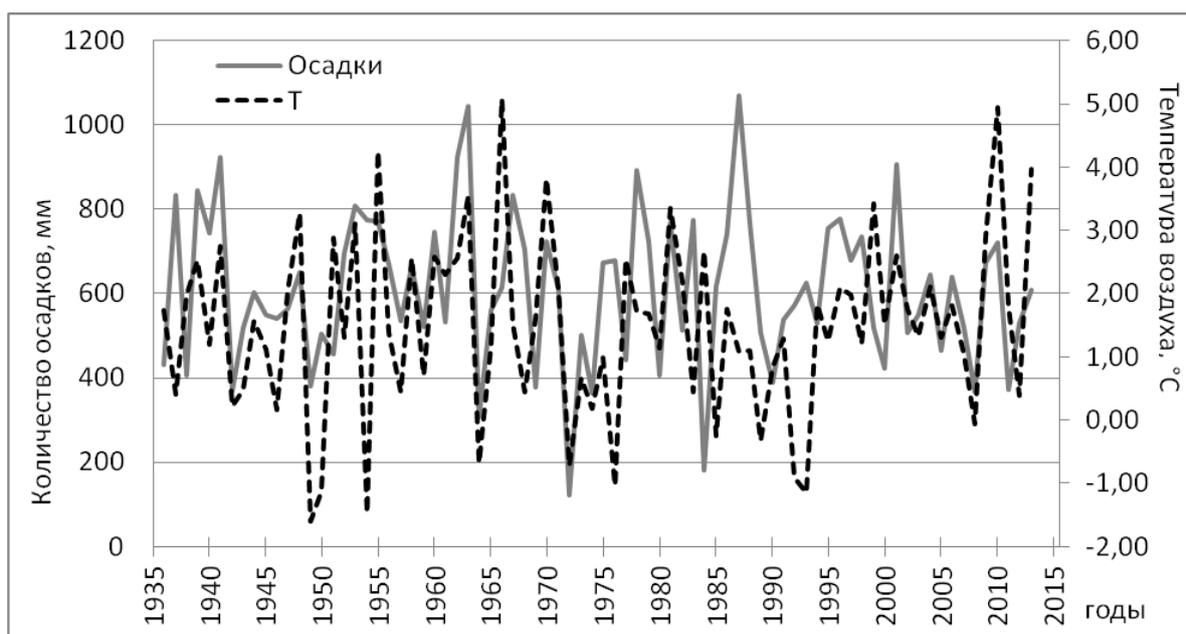


Рис. 2. Среднемесячная температура воздуха и суммарное количество осадков зимой (декабрь-февраль) в Красной Поляне

В ходе исследований изучены структурно-стратиграфические особенности, температура, плотность и устойчивость снежного покрова на склонах хребтов Аибга и Псехако. Описание снежной толщине проведено в пяти шурфах на высотах от 1200 м до 2200 м, выявлено, что в снежном покрове при малой толщине снега преобладали процессы деструктивного метаморфизма, что способствовало стабилизации снега на склонах. В результате снегомерных работ получено около 1400 точек измерений, что позволило составить карту и профиль (рис. 3) высотного распределения снежного покрова на участках рекреационного воздействия и в естественных условиях на склонах хр. Аибга в районе горнолыжного комплекса «Горная карусель». Выявлен пояс повышенной снежности на высоте около 2000 м (320 см). 31.01-02.02.2013 г. наблюдался продолжительный интенсивный снегопад, толщина снежного покрова возросла на 40 см, лавиносборные лотки заполнились снегом, что привело к сходу лавин.

Важнейшие горные объекты Олимпийских игр 2014 г. находятся на участках высокой и средней степени лавинной опасности. Сеть лавин в исследуемом районе густая, на 1 км долины приходится более 5 лавиносборов. Степень лавинной опасности увеличивается с высотой, лавины сходят даже через лес. Благоприятное сочетание природных условий, рельефа и климата вызывает активное формирование лавин. Для защиты от лавин применяются газовые пушки, снегоудерживающие щиты и сетки, дамбы и снежавыдувающие столы.

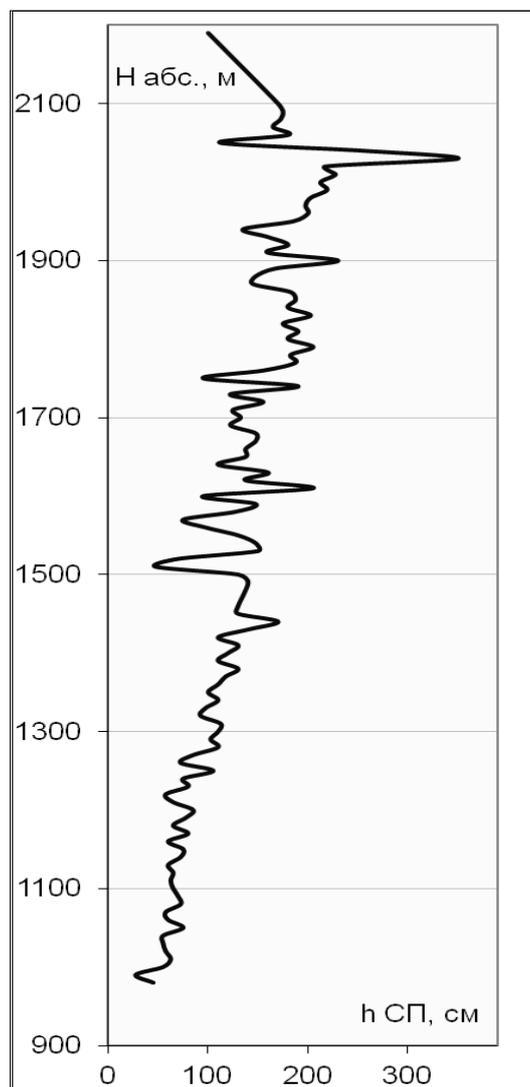


Рис. 3. Толщина снежного покрова на склоне северной экспозиции хребта Аибга в феврале 2013 г.

В результате неправильной установки снеговыдувающих столов, над системами принудительного спуска лавин Gaz.Ех формируются гигантские снежные карнизы, которые могут вывести их из строя. Сеток установлено недостаточно, при значительном увеличении толщины снежного покрова на склонах, они могут быть перекрыты сползающим снегом, в таком случае лавины сойдут поверх сеток. В ходе строительства Медиа-деревни ликвидирована лавиноотводящая дамба, располагавшаяся выше, возводимые гостиницы остались незащищены. Особое внимание заслуживает защита линейных сооружений и порталов тоннелей. В случае схода лавины на эти участки дорог, будет прервано транспортное сообщение между прибрежным и горным кластером Игр. Для района исследований в весенний период характерны частые адвекции теплого воздуха, в результате которых сходят мокрые лавины, представляющую наибольшую опасность для олимпийской инфраструктуры (рис. 4).

Особенности строения рельефа и климат долины реки Мзымта способствуют активности экзогенных склоновых процессов, в том числе обвально-оползневых [2]. Периоды активизации оползневых процессов приурочены к выпадению максимума осадков (ливни или интенсивные снегопады в верхнем поясе гор). Наиболее оползнеопасны межгорные депрессии высоко-среднегорного рельефа эрозионно-денудационного склона левого борта долины р. Мзымта и ее левобережных притоков. Для этого участка склона долины характерны значительная крутизна 15-30°, множество мелких промоин (рис. 5). Пока эти склоны были задернованы и покрыты кустарником или лесом, опасность оползания была минимальна.



Рис. 4. Канатная дорога Родниковая разрушена лавиной, (фото Л.А. Андреева) 2006 г.

В настоящее время, в связи с интенсивным антропогенным воздействием в районе масштабного строительства олимпийских объектов (в частности Медиа-деревни и лыжного трамплина), наблюдается активизация экзогенных геологических процессов. Вырубка леса, нарушение почвенного и растительного покрова, подрезка склонов технологическими дорогами и перенаправление стока ручьев в другие бассейны – все это ослабляет устойчивость террасы, на которой возводятся олимпийские объекты.

Серьезные нарушения технологий строительства привели к смещению верхней толщи грунтов вместе с уже построенными сооружениями. За 2012 год зафиксировано два случая оползания грунтов с потенциальной опасностью для олимпийской инфраструктуры: оползание грунта площадью превышающей 10000 м² в районе впадения в Мзымту ручья Тобиас и оползень в районе трамплина «Русские горки». В первом случае возникает опасность деформации

опор железнодорожного полотна «Адлер – Красная-Поляна», второй – опасен деформацией самой конструкции олимпийского трамплина и трибуны для зрителей. В связи с развернутым строительством Медиа-деревни и туристических объектов на террасе реки Мзымта в районе ГЛК «Горная Карусель», возникает опасность появления третьего крупного очага развития оползневых процессов. Подрезка склонов для возведения гостиниц в пос. Роза-Хутор привела к оползанию склона (рис. 6). Необходимо принять меры по укреплению грунтов и защите строящихся объектов.



Рис. 5. Эрозия склонов (фото М.Н.Иванова) 2013 г.

При строительстве комплекса «Лаура» проложена технологическая дорога под трассами, что портит эстетический облик местности и представляет опасность для катающихся, в связи с тем, что порталы тоннелей расположены в непосредственной близости от края трасс и отделены от зоны катания лишь синтетической сеткой метровой высоты. Некоторые трассы напоминают техногенную зону, окруженную множеством зияющих пропастей с редкими островками лесных массивов и природных ландшафтов.



Рис. 6. Оползание подрезанного склона в Роза-Хутор (фото М.Н.Иванова) 2013 г.

Использование района как базы для проведения XXII Зимних Олимпийских игр и расширение строительства олимпийской инфраструктуры привело к изменению условий снегонакопления и активизации склоновых процессов: снежных лавин, оползней, селей и др. 13.03.2013 г. произошло событие, которое ещё раз показало, насколько устойчивость инфраструктуры зависит от прихотей природы. Во время дождя в районе п. Эсто-Садок размыло насыпную дамбу, которая отгораживала вахтовый посёлок строителей от русла р. Мзымты, около 900 человек было эвакуировано. Утром того же дня в районе комплекса «Роза-Хутор» был зафиксирован сход селевых потоков на левобережье р. Мзымты на участке от р. Ржаной до р. Пслух, селевые массы перекрыли технологическую дорогу. Заблаговременно 11.03.13 г. было объявлено об угрозе схода селей в горных районах Сочи в связи с дождями и активным снеготаянием. МЧС прогнозировало угрозу подъёма воды до опасных отметок на 28 реках Сочинского района и активизацию оползневых процессов. Вследствие разлива реки Кудепста был подтоплен временный мост, ведущий к строящейся к Олимпийским играм Кудепстинской электростанции.

Выводы

В результате исследования инженерной защиты олимпийской инфраструктуры сделаны следующие выводы. Для защиты олимпийской инфраструктуры от опасных природных явлений в районе Красной Поляны

применяется комплекс мер, направленных на предотвращение и уменьшение возможных последствий. Для защиты от лавин применяются снегоудерживающиеся щиты и сетки, газовые пушки Gaz.Ex, дамбы и снеговыдувающие столы Системы активного воздействия на лавины расположены без учета угрожающей им опасности от гигантских снежных карнизов и сами нуждаются в защите. Сеток установлено недостаточно, линейные объекты не защищены, ликвидирована дамба. Весной, когда происходит адвекция теплого воздуха и формируются мокрые лавины, газовые пушки малоэффективны. Именно мокрые лавины способны нанести наибольший урон инфраструктуре, они сходят непосредственно по трассам, вовлекая в движение весь снег до грунтового основания. Необходимо расширить строительство противолавинных сооружений, особенно вдоль линейных объектов, недопустима ликвидация уже существующих защитных дамб. Для защиты от оползней применяются сетки и подпорные стенки, но их эффективность в случае происхождения обвально-оползневых процессов оставляет желать лучшего. Проведенный анализ показал, что природные условия и связанные с ними риски практически не учтены, строительство на нестабильных породах привело к тому, что трамплины комплекса «Русские горки» сместились на метры. Для защиты от селей используются только селепропускные лотки. Сели, сошедшие в марте, показали, что при инженерном проектировании не учтена непредсказуемость природных условий и опасности, связанные с их резкими частыми изменениями в зимне-весенний период. Для защиты от селей необходимо применять более эффективные способы защиты: селезадерживающие сквозные плотины, селенаправляющие и ограждающие дамбы, селепредотвращающие плотины и водосборы. Строительство многих олимпийских объектов ведется с нарушением технологий и сроков, создавая опасность при их эксплуатации в условиях строительства на нестабильных грунтах. Действительная пропускная способность канатных дорог вдвое ниже заявленной в проекте. При этом на Роза-Хутор в лавиноопасной зоне планируется разместить 18000 зрителей.

Литература

1. Олейников А.Д. Снежность зим района Красной Поляны (Западный Кавказ) – Вест. Моск. ун-та, сер. 5. Географии. 2010, №2, С.39-45.
2. Фоменко И.К., Захаров В.С., Самаркин-Джарский К.Г., Сироткина О.Н. Учет сейсмического воздействия при расчете устойчивости склонов (на примере Краснополянского геодинамического полигона) – Геориск 2009, №4, С.50-55