
**ПРИРОДНЫЕ
И ТЕХНОПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ**

УДК 624.131.31(477.7)

**АКТИВНОСТЬ ОПОЛЗНЕВОГО И СЕЛЕВОГО ПРОЦЕССОВ
НА ТЕРРИТОРИИ БОЛЬШОГО СОЧИ И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ
В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА**

© 2015 г. **Б. М. Крестин, И. В. Мальнева**

*ФГУП “ВСЕГИНГЕО”, пос. Зеленый, Ногинский район, Московская обл., 142452 Россия.
E-mail: vsegingeo@rambler.ru, irmaln@rambler.ru*

Поступила в редакцию 15.05.2014 г.

Выполнен анализ сведений о проявлении оползней и селей на территории Большого Сочи и Красной Поляны в последние годы. Используются данные об изменении их активности под влиянием природных и техногенных факторов в период подготовки к проведению зимней Олимпиады 2014 г. Отмечены особенности активизации процессов в 2012–2013 гг.

Ключевые слова: *активность, сели, оползни, техногенное воздействие, геологическая среда, опасность.*

ВВЕДЕНИЕ

Авторы в различных публикациях неоднократно предупреждали об увеличении опасности проявления катастрофических природных процессов на Черноморском побережье Краснодарского края, связанной в значительной степени с погодными условиями в этом районе. На территории Большого Сочи и Красной Поляны эта опасность значительно увеличилась в последние годы в связи со строительством олимпийских объектов. В данной работе рассматриваются причины некоторых чрезвычайных ситуаций в 2012 и 2013 гг. и вероятность их повторения в ближайшие годы.

В работе использованы данные Росгидромета, материалы Южного регионального Центра Государственного мониторинга состояния недр, в частности, материалы информационных отчетов о результатах геологических работ по территории Сочинского полигона за 2012–2013 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследуемая территория по интенсивности развития и активности проявления экзогенных геологических процессов (ЭГП) уникальна для России. Обусловлено это рядом особенностей геологического строения, рельефа и климата. Она всегда отличалась чрезвычайно высокой опасностью оползней и др. процессов. Для оценки их опасности в числе прочих необходимы показате-

тели, характеризующие активность проявления этих процессов, т.е. их развитие во времени.

Исходя из представлений авторов о геологической среде и экзогенных геологических процессах, в ней развивающихся (ЭГП), активность проявления ЭГП, в частности, и на территории Большого Сочи и Красной Поляны, можно определить как скорость изменения геологической среды [3, 4].

Значительная часть территории сложена преимущественно терригенным флишем и пелитовыми отложениями тонкой молассы периферии Грузинской глыбы, весьма активное физическое выветривание которых происходит в наиболее холодные зимы, когда фиксируются частые переходы температуры через ноль градусов. В условиях расчлененного рельефа и значительного количества осадков, большая часть которых инфильтруется в массив, эти породы весьма неустойчивы к развитию оползневого, селевого, эрозионного и абразионного процессов, особенно с учетом высокой сейсмичности территории. Так, в районе Б. Сочи, по данным исследований ВСЕГИНГЕО [5], пораженность оползнями составляет 50–80%, а на отдельных участках – 90%. Преимущественным развитием пользуются оползни-потоки, хотя достаточно широко развиты крупные блоковые оползни, глубина залегания которых достигает 60–80 м. Морской берег в естественных условиях практически полностью абразионный.

Северная часть территории Б. Сочи и район Красной Поляны представлены отложениями мелового карбонатного флиша и юрской аспидной формации. При их физическом и химическом выветривании в условиях субтропического климата формируются элювиально-делювиальные чехлы преимущественно пелитового и алевропелитового состава значительной мощности (до 30–40 м). Кроме того, поскольку эти участки расположены в зоне Главного Кавказского разлома и надвиговых пограничных структур Грузинской глыбы, коренные породы, особенно сланцы и аргиллиты юрского возраста, интенсивно тектонически нарушены, вплоть до мелкочешуйчатого дробления в шовных зонах конкретных разрывных нарушений и зон интенсивной тектонической трещиноватости мощностью до первых сотен метров. Это приводит к формированию линейных кор выветривания мощностью до последних десятков метров, с одной стороны, и существенному обводнению массивов на значительную глубину, с другой. На территории горного кластера интенсивность физического выветривания наибольшая весной и осенью при частом переходе температуры воздуха через ноль градусов. В условиях высокой сейсмичности, горного рельефа и значительного количества осадков все это также обуславливает широкое развитие и активное проявление ЭГП, особенно оползней и селей. Однако в горной части проявление оползней отмечается в меньшей степени по сравнению с предгорной частью. Так, общая пораженность этой части территории оползнями составляет 30–40%. Преимущественно развиты сплывы, оплывины и оползни-потоки в делювиально-элювиальном чехле, однако достаточно широко проявлены и глубокие блоковые оползни в коренных отложениях, особенно в зонах разрывных нарушений.

Территория характеризуется незначительной природной селевой опасностью. Здесь проявлялись сели мощностью не более 10 тыс. м³, редкой повторяемостью (1 раз в 15–30 лет). В высокогорье повторяемость селей чаще – 8–15 лет. Очаги зарождения селей приурочены к высокогорному и среднегорному поясам. По генезису сели ливневые и прорывные, по гранулометрическому составу твердой фазы – водо- и грязекаменные. Активность селевых процессов во внутригодовом и многолетнем разрезе находится в тесной связи с режимом снеготаяния и выпадения атмосферных осадков.

Как специфическую особенность территории можно отметить широкое проявление “цепочечных” парагенезов, когда русловая эрозия водо-

токов провоцирует активизацию оползней, для которых русло является базисом оползания, затем русло перекрывается с образованием запрудного озера, его прорывом и формированием прорывного селя. Селевой поток резко активизирует русловую эрозию, и цикл повторяется.

В начале XXI в. в период строительства Олимпийских объектов резко возросли техногенные нагрузки на исследуемую территорию. Основные виды воздействия: несанкционированное складирование отвалов грунта на склонах, подрезки склонов при строительстве объектов олимпийской инфраструктуры, неконтролируемое перераспределение поверхностного и подземного стока, пригрузка головных частей существующих оползней. Специфическим воздействием является релаксация тектонически напряженных грунтов шовной зоны Краснополянского разлома при планировке и разгрузке склона. Следует отметить, что освоение территории проводилось в крайне ограниченные сроки значительным количеством независимых инвесторов при практически полном отсутствии схем вертикального планирования и единой схемы инженерной защиты территории от опасных геологических процессов. В условиях низкой естественной устойчивости территории это привело к активному развитию как собственно техногенных проявлений ЭГП, так и парагенезов техногенных и ассоциированных с ними природных явлений. Своеобразие смешанных проявлений заключается в том, что вследствие широкого развития выветрелых и интенсивно тектонически нарушенных пород весьма малой механической прочности в процесс, начинающийся в техногенно нарушенных грунтах, вовлекается значительное количество грунтов, находящихся в естественном залегании. В результате объемы последних зачастую существенно превышают объемы техногенных грунтов, инициировавших данное проявление. Особенно это относится к селям и ассоциированным с ними эрозионным процессам. Подобные проявления ЭГП и их ассоциаций предлагается назвать техногенно-обусловленными. Активность техногенно-обусловленных ЭГП минимум на порядок превышает активность аналогичных природных процессов, поскольку основной материал, изначально вовлекаемый в эти процессы, – перемещенные грунты преимущественно делювиально-элювиального чехла, в меньшей степени коренных интенсивно тектонически дислоцированных отложений существенно алевропелитового состава. Углы естественного откоса в этих грунтах в водонасыщенном состоянии, по различным данным, колеблются от 6 до 10°, тогда как углы естественных склонов в пределах

горного кластера преимущественно находятся в интервале 20–40°. В такой ситуации отмеченные выше “цепочечные” парагенезы техногенно-обусловленных ЭГП – наиболее характерная форма их проявления. Наиболее ярко последствия техногенных воздействий выражены в горном кластере на участке пос. Красная Поляна – устье р. Пслух.

Парагенезы техногенно-обусловленных ЭГП наиболее полно проявлены в правом борту и русле руч. Водопадный (Фермерский) между стартовой вышкой комплекса трамплинов и транспортным хабом “Эсто–Садок”, а также в бассейне руч. Мостовой (ПК 456 железной дороги Адлер – Красная Поляна). При разгрузке и планировке оползневого склона в районе стартовой вышки комплекса трамплинов значительные массы выветрелых и тектонически дробленых филлитовых и глинистых сланцев были перемещены на правый борт долины руч. Водопадный (Фермерский). Перемещенные грунты преимущественно алевропелитового состава были весьма неустойчивыми, что еще усугубилось разрушением коренных сланцев до мелкочешуйчатого состояния вследствие релаксации тектонических напряжений. Кроме того, на участке складирования грунты активно обводнялись за счет инфильтрации верховодки, высачивающейся из прилегающего участка естественного склона и поверхностного стока с технологической автодороги на СТК “Горная Карусель”. Изначально сформировался оползень-поток длиной порядка 50 м и шириной 6–8 м. При дальнейшем развитии процесса в голове оползня закололся блок размером порядка 10×30 м, захвативший технологическую дорогу. В дальнейшем этот блок активно расширялся, и в конце октября 2013 г. его размеры составили порядка 30×70–80 м при суммарной амплитуде смещения 0.6–0.8 м и суточной до 0.1. К концу ноября 2013 г. амплитуда смещения оползня составила 1.5–1.7 м, его объем – не менее 50 000 м³.

В первой половине октября 2013 г. язык оползня достиг руч. Водопадный, в результате сошли 3 селя общим объемом не менее 10 000 м³, которые практически заполнили водопропускной лоток под железной дорогой и переходом на станцию канатной дороги и частично затопили автостоянку на привокзальной площади хаба “Эсто-Садок”. Селевые массы существенно эродировали нижние части бортов ручья, что привело к формированию оплывин и осыпных участков в отложениях, находящихся в естественном залегании, материал которых может пополнить твердую составляющую последующих селей.

В январе 2014 г. в непосредственной близости от стартовой вышки образовался еще один оползень-поток, также практически уже достигший русла ручья. В настоящее время существует весьма высокая опасность перекрытия оползнем русла руч. Водопадный с последующим формированием селя прорывного типа. В этом случае в зоне непосредственного воздействия окажутся помещение столовой, КПП с расположенным возле него дополнительным оборудованием, нижняя станция канатной дороги, привокзальная автостоянка, возможно, ряд объектов гостиничного комплекса ООО “ГСС ИНЖИНИРИНГ СОЧИ”.

Весьма схожая ситуация, правда несколько меньших масштабов, зафиксирована в долине руч. Мостовой (ГК-1). Здесь при вертикальной планировке стройплощадки СТК “Горная Карусель” в правом борту долины ручья сформированы массивные отвалы грунта щебнисто-глинистого состава, которые в водонасыщенном состоянии активно смещались по склонам с образованием оползней-потоков длиной до 100 м и шириной 10–20 м. В конце зимы 2013 г. эти потоки достигли русла ручья, и в период с 13 марта по 22 июня по ручью сошло 3 селевых потока, дважды кольматировавших водопропуск сечением 4 м². После расчистки водопропуска потребовалось восстановление опоры контактной сети и ремонт насыпи.

Основная проблема на рассматриваемом участке в настоящее время состоит в том, что прошедшие сели интенсивно эродировали русло и основания бортов ручья. Вследствие этого борта практически на всем протяжении (1.5 км) представляют собой систему сплошных активных оплывин и блоковых оползней размером до первых десятков метров в отложениях делювиально-элювиального чехла и коренных тектонически активно дислоцированных сланцах, аргиллитах и алевролитах. По данным М.Л. Васильева (ОАО “Мосгипротранс”), с апреля 2013 г. по март 2014 г. ширина селевого вреза на всем протяжении русла в среднем течении увеличилась более чем в два раза. Только благодаря относительно малой площади водосбора по ручью пока не формируются катастрофические селевые потоки.

Наиболее масштабно и с наихудшими на настоящий момент последствиями техногенно-обусловленные ЭГП проявляются на склоне между Горной Олимпийской деревней и технологической дорогой к электросетевой подстанции “Мзымта”, где в естественных условиях селевые процессы отсутствовали полностью. Зарождавшиеся в отвалах на приобвочной части склона из-за переобводнения грунтов, сброса снега на низовой

откос автодороги к финишной зоне горнолыжного курорта “Роза-Хутор” и концентрированного незарегулированного сброса талых и дождевых вод с полотна этой же дороги первые селевые потоки выпахивали глубокие борозды в днищах логов, уничтожая древесную растительность и провоцируя оползневые процессы. В настоящее время основной объем перемещающегося материала поставляют обвально-оползневые и эрозионные процессы в бортах и днищах русел (рис. 1). Объемы последних проходивших по ним селей составили порядка 30–50 тыс. м³. В результате с мая 2012 по сентябрь 2013 г. суммарный объем селевых выносов одного цикла активизации увеличился с 20 000 до 150 000 м³. На текущий момент на технологической автодороге построены 3 противоселевых галереи общей длиной порядка 400 м, однако эффективность их остается под большим вопросом.

Наиболее характерный пример последствий бесконтрольной подрезки склонов – оползень на ПК-1 – ПК-4 подъездной автодороги к спортивно-туристическому комплексу (СТК) “Горная Карусель” (ПК-473 – ПК-475 по ж.д.). Участок изначально в значительной части представлял собой древний стабилизировавшийся блоковый оползень. При подрезке его технологической дорогой в нижней части склона он активизировался, и язык стал наваливаться на опоры эстакады железной дороги. Было произведено закрепление оползня устройством свайного ростверка, при сооружении которого склон был еще раз подрезан технологической дорогой. Строительство подпорной стенки не предусматривалось, и в результате вторым ярусом сформировалась система мелких блоковых оползней скольжения мощностью 3–5 м, активизации которых способствовал сброс атмосферных осадков со строящейся выше автодороги на СТК “Горная Карусель”. Оползневые массы регулярно заваливали строящийся нижний участок автодороги. Площадь активных оползней на участке за 2 года увеличилась в 4–5 раз, свойства грунтов верхней части разреза существенно изменились, и сооруженная на участке подпорная стенка высотой 3 м за полгода завалена грунтом полностью, тем более что при ее строительстве склон в очередной раз подрезали (рис. 2). Соответственно, необходимо либо ее наращивание, либо строительство еще одной. С учетом того, что от верхней стенки срыва до автодороги осталось порядка 15 м (при высоте стенки 6–8 м), а непосредственно выше дороги расположена голова древнего оползня, в теле и на языке которого идут описанные выше процессы, ситуация представляется весьма серьезной.



Рис. 1. Техногенно-обусловленный селевой врез ПС-8 и его конус выноса. Технологическая автодорога к подстанции ФСК “Мзымта”.



Рис. 2. Оползень (ПК-1 – ПК-4 автодороги на СТК “Горная Карусель”), спровоцированный подрезкой склона.

Очень характерный пример техногенно-обусловленных ЭГП – оползень на южной окраине с. Казачий Брод. Здесь при пересечении малодебитного водотока под дорогой была проложена водопропускная труба диаметром 1 м. Однако вследствие весьма малой устойчивости отложенный бортов долины по водотоку в периоды повышенных осадков и интенсивного снеготаяния периодически проходят наносоводные потоки относительно малого объема, но достаточного

для кольматации водопропуска. В результате вода идет через полотно дороги, образуя водопад высотой 5–6 м с резкой активизацией эрозионных процессов в нижнем бьефе. Как следствие, в непосредственной близости к дороге сформировался весьма активный блоковый оползень, активизация которого привела, в частности, к сходу селя 6.09.2013 г. на автодорогу А-149 в районе форелевого хозяйства, полностью перекрывшего дорогу на протяжении порядка 100 м.

Выше приведены наиболее представительные примеры реакции геологической среды на техногенные воздействия. Реально оползни-потоки различных масштабов формируются практически на всех отвалах, размещенных на склонах (левый борт долины руч. Кольценко в районе восточного портала второго туннеля автодороги “Альпика-Сервис” – финишная зона ГЛК “Роза-Хутор”, ООО “Надежда+Н”, автодорога к биатлонному стадиону, руч. Правый и Левый Сланцевый и др.). Их смещение пока не привело к катастрофическим последствиям, но, на наш взгляд, это исключительно вопрос времени. Опылины площадью до первых десятков квадратных метров образуются практически на всех участках подрезки склонов при выпадении экстремальных жидких осадков и в период активного снеготаяния. Поскольку основные подрезки склонов производились при строительстве дорог, опылины периодически перекрывают дорожное полотно. Пока связанных с ними ЧС не зафиксировано, однако достаточно высока вероятность их возникновения в будущем.

В результате чрезвычайно интенсивного техногенного воздействия были созданы условия для усиления активности экзогенных геологических процессов. В то же время следует указать на погодные условия – основные быстроизменяющиеся факторы развития ЭГП.

В первом десятилетии XXI в. на территории России резко изменился характер циркуляции атмосферы, определяющей погодные условия. В последней четверти XX в. здесь преобладали выходы южных циклонов в сочетании с антициклонами на юге России [1, 2]. В начале века повторяемость указанных процессов уменьшилась, но вдвое больше стала продолжительность меридиональной южной циркуляции в сочетании с меридиональной северной. Антициклон, сформировавшийся при этом над Европейской Россией в результате арктического вторжения, мешает средиземноморским циклонам пройти на север, и они всю влагу оставляют на юге. В итоге метеорологически обусловленные опасные природные

процессы стали повторяться практически ежегодно, даже несколько раз в году [2].

Почти все оползневые подвижки на территории Сочи-Мацестинского района происходят в наиболее влажный осенне-зимне-весенний период, наиболее значительная активизация наблюдается в январе–феврале. Массовая (катастрофическая) активизация оползней может быть приурочена не только к сезону или месяцу, но даже к отдельным дням с экстремальным количеством осадков. Например, в 1952 г. такая активизация произошла в течение одного дня – 24 февраля. В этот день возникло 58 новых оползней и активизировалось 66 ранее образовавшихся, что было вызвано не только большим количеством осадков, но и их распределением в предшествующий период. Общее количество осадков за февраль составило 200% среднемесячной многолетней нормы [5].

К сожалению, после 1991 г. регулярные наблюдения за развитием опасных геологических процессов здесь практически не велись. Отмечались лишь наиболее значительные их проявления, вызывающие негативные последствия для окружающей среды. Учитывая недостаточное количество информации об ЭГП, большое значение придается основным изменяющимся факторам, обуславливающим эти процессы, и причинно-следственным связям между процессами и факторами. При этом выявление основных изменяющихся факторов развития ЭГП проводится на основании анализа всей информации о процессе и ее сопоставлении с различными метеорологическими и гидрологическими показателями (количество осадков, температура воздуха и т.д.). Можно констатировать, что наиболее значительная активность оползней и селей наблюдалась в 2012 и 2013 гг.

В течение января 2012 г. на Черноморском побережье, а также в высокогорных и среднегорных районах погода была неустойчива. Наблюдалась осадки разной интенсивности, на побережье – ливни, а в горных районах – снег. Во 2-й половине месяца средняя суточная температура воздуха на побережье оказалась на 6° ниже многолетних средних значений (по данным сайта meteonovosti.ru). Месячная сумма осадков практически не превысила среднее многолетнее значение, но при низких температурах воздуха и небольшом испарении, достаточно большом количестве осадков, склоны в районе Сочи были переувлажнены.

Наиболее значительная активизация оползней произошла в с. Барановка Хостинского района

26–31 января, она продолжалась и в феврале, и в марте вследствие затяжных дождей и таяния снега с инфильтрацией в покровные отложения и утечек из канализационных систем (рис. 3). Все проявления экзогенных процессов, зафиксированные в январе, связаны с дополнительным воздействием техногенного фактора. Так, управляющая компания ООО “Тоннельдорстрой” проводила работы по отвалу грунта на вершине горы Моисей (с. Барановка). После пригрузки существующего оползня этими отвалами язык оползня приблизился вплотную к строениям на дачных участках.



Рис. 3. Последствия активизации оползней в с. Барановка.

Анализ причин чрезвычайной ситуации позволяет отметить, что увеличение активности оползневой процесса было бы в любом случае – и при указанных погодных условиях без активного техногенного воздействия и при техногенном воздействии, но при более благоприятных погодных условиях. Однако оползни не принесли бы столько разрушений. Следовательно, во избежание повторения подобной ситуации нельзя допускать одновременного негативного воздействия этих факторов и не проводить подобные работы при неблагоприятных погодных условиях.

Увеличение активности проявления оползней и селей в январе – марте 2013 г. в значительной степени обусловлено чрезвычайно неустойчивым характером погоды. Наибольшая активность селей отмечена 13–14 марта и в период 27–29 марта. Погодные условия способствовали интенсивному таянию снега в горах. Средняя суточная температура воздуха, по данным ГМС Красная Поляна, была на 1.7° выше среднего многолетнего значения. Значительные колебания температуры воздуха отмечались даже в течение суток. С 9 марта ежедневно шли дожди, и к 13 марта количество осадков за 5 дней составило 89 мм (55% месячной нормы) (рис. 4). 13 марта сошли селевые потоки на левобережье р. Мзымта, на участке от руч. Ржаной до р. Пслух. Было полностью перекрыто полотно дороги, и разрушена пострадавшая ранее (в январе) галерея – проломлен ее свод и селевые массы частично ее заполнили.



Рис. 4. Месячный ход количества осадков и температуры воздуха в марте 2013 г. по данным ГМС Красная Поляна.

водопроток сечением 4 м². Во избежание затопления железнодорожных путей ручей был отведен в ближайшую ложбину, тем не менее была размыва насыпь, подмыта рельсовая решетка, упала опора контактной сети.

Таким образом, формированию селей в марте 2013 г. на территории горного кластера способствовало чередование очень теплых и очень холодных периодов при достаточном или избыточном увлажнении и больших снегозапасах.

Различие погодных условий весной 2012, 2013 и 2014 гг. иллюстрирует сопоставление средних месячных показателей метеорологических факторов (табл. 1). Если холодная погода наиболее опасна для оползней прибрежного кластера, то влажная и теплая в зимние месяцы наиболее опасна для горного кластера. Если бы в 2014 г. выпало большое количество осадков при температуре воздуха, превышающей многолетнее среднее значение, на территории горного кластера ситуация была бы катастрофической.

Таблица 1. Сопоставление средних месячных показателей метеорологических факторов за 2012, 2013, 2014 гг.

	Месяцы	Январь		Февраль		Март	
		средн. темпер. град.С	кол-во осадков, мм	средн. темпер. град.С	кол-во осадков, мм	средн. темпер. град.С	кол-во осадков, мм
Средн. многолетние значения (по данным с 1944 по 2013 г.)	Сочи	6.1	182.1	6.2	140.9	8.06	131.2
	Красная Поляна	0.6	203	1.4	179.96	4.3	165.64
2012	Сочи	5.2	175.2	3.6	180.3	3.9	167.7
	Красная Поляна	0.6	234.4	-0.4	113.8	0.3	181.1
2013	Сочи	6.9	130.4	9.5	89	9.5	196
	Красная Поляна	1.6	258.7	5.4	87.2	5.9	338.3
2014	Сочи	8.2	180.7	8.5	36.9	10.36	134.1
	Красная Поляна	2.36	225.7	5.2	62.0	7.6	177.7

В сентябре 2013 г. сложились экстремальные погодные условия на территории Большого Сочи. Однако активность оползней и селей в сентябре, хотя и была выше среднемноголетних значений, не была катастрофической. В целом за сентябрь 2013 г. на территории прибрежного и горного кластера активизировалось значительное количество мелких и средних оползней, большинство из которых находилось в пределах старых оползневых проявлений. Сложившаяся ситуация спровоцирована рядом факторов, решающим из которых стал метеорологический.

В конце лета 2013 г. наблюдалась сильная жара на юге Европейской России. На большей части Краснодарского края фон температуры составил +30 и более градусов. Столь жаркая погода в регионе сформировалась в результате влияния теплого сектора циклона, который быстро смещался на северо-восток (meteonovosti.ru). В сентябре, наоборот, средняя месячная температура воздуха была на несколько градусов ниже нормы. Температурные показатели в августе и сентябре и чрезвычайно большое количество осадков не привели к катастрофической активизации оползневого процесса, но стали идеальными условиями для возникновения многочисленных небольших проявлений. В пределах прибрежного кластера строительства Олимпийских объектов по метеостанции “Сочи” в сентябре зафиксировано выпадение 523.9 мм осадков, что в 4 раза превысило климатическую норму (130.7 мм). В пределах

горного кластера строительства Олимпийских объектов по метеостанции “Красная Поляна” в сентябре зафиксировано выпадение 431.2 мм осадков, что в 3 раза превысило климатическую норму (146.5 мм) (рис. 5). В 1952 г. осадки выпадали более или менее равномерно в течение января и февраля. Было достаточно прохладно, испаряемость была невелика. Склоны были увлажнены, и при обильных осадках в конце февраля произошла массовая активизация оползней. В сентябре 2013 г. катастрофические осадки вызвали только наводнение в Сочи, а значительной активизации оползней, как в 1952 г., не последовало (рис. 6).

Наиболее катастрофическим проявлением ЭГП в районе Большого Сочи в начале сентября 2013 г. стал техногенно-обусловленный сел, сошедший в районе форелевого хозяйства на автодорогу А-149 и перекрывший ее полотном на протяжении порядка 100 м.

Наибольшее количество осадков (237 мм) отмечено в третьей декаде сентября. 23–25 сентября в Сочи выпало 145 мм дождя за сутки. Это больше сентябрьской нормы осадков. В Красной Поляне выпало 123 мм осадков за сутки, а в Адлере – 130 мм. Причина – глубокий циклон, находящийся в центре Европейской России, его активные атмосферные фронты атаковали черноморское побережье, в частности г. Сочи (meteonovosti.ru).

Из-за неравномерного увлажнения склонов происходит нарушение их устойчивости, приво-

дящее к активизации оползневого процесса. Причем, если на развитие поверхностных оползней определяющее влияние оказывают атмосферные осадки, то для блоковых оползней – подземные воды и колебание их уровня, что, в конечном счете, также определяется количеством и режимом атмосферных осадков [2].

В этот же период были зафиксированы существенная активизация селей и заметная активизация оползней на территории горного кластера строительства Олимпийских объектов, связанная преимущественно с техногенным воздействием на территорию. Так, 23–24 сентября произошла значительная активизация оползней на ПК-1 – ПК-4 подъездной автодороги на СТК “Горная Карусель”. Оползневые массы перевалили через подпорную стенку и перекрыли полотно автодороги (табл. 2).

Активны были сели, и не только техногенного характера. 24 сентября сошел карчеход в районе южного портала Кепшенского тоннеля – на 27-м километре трассы Адлер – Красная Поляна. 23–24 сентября при ходе крупной оплывины в русло безымянного ручья в районе ПК-4 автодороги “Альпика-Сервис” – финишная зона ГЛК “Роза-Хутор” сошел сель объемом порядка 3500 м³ на автодорогу в районе гостиницы “Парк-Инн” ГЛК “Роза-Хутор”, перекрывший значительную часть полотна. Повторный сель по тому же ручью 27 сентября разрушил ограждение моста, забил пролет под мостовым строением и перекрыл автодорогу. Сель вызван активизацией оползня-потока в отложениях элювиально-делювиального чехла. Однако наиболее существенные селепроявления все же были связаны с техногенно-обусловленными процессами. На подъездную автодорогу к подстанции

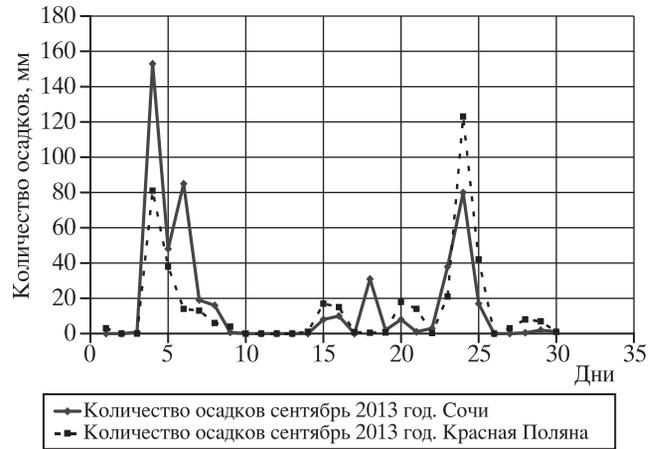


Рис. 5. Месячный ход количества осадков по данным ГМС Сочи и Красная Поляна в сентябре 2013 г.



Рис. 6. Кумулятивные кривые осадков за годовой период, предшествовавший активизациям оползней 1952 и 2013 гг.

Таблица 2. Значительные проявления ЭГП в сентябре 2013 г.

Дата	Проявление	Местоположение
2, 4–7, 10–14 сентября	оползни	На южном склоне хребта Псехако в районе строящейся горнолыжной трассы, в верховом откосе подъездной дороги к биатлонному комплексу, проходящей по территории санно-бобслейной трассы, в низовом откосе автодороги № 21 от горно-климатического курорта “Альпика Сервис”, в верховом откосе автодороги № 25 к разворотной площадке комплекса трамплинов
15–22 сентября	сели	Левый борт долины р. Мзымта в районе технологической дороги к подстанции “Мзымта”
24 сентября	сель	В районе южного портала автомобильного тоннеля федеральной дороги Адлер – Красная Поляна
26 сентября	сель	Устье р. Тобиас
27 сентября	сель	Правый борт долины р. Чвежипсе

ФСК “Мзымта” 23–24 сентября сошло порядка 150 тыс. м³, в значительной степени за счет массовых оползневых смещений грунтовых отвалов в районе разворотной площадки у восточного портала первого туннеля на автодороге “Альпика-Сервис” – финишная зона ГЛК “Роза-Хутор”.

ВЫВОДЫ

1. Основная специфическая особенность территории Большого Сочи и Красной Поляны – ее низкая устойчивость к воздействию геодинамических факторов, вследствие чего даже незначительные по объемам проявления техногенных оползней и особенно селей приобретают в процессе активизации существенно больший масштаб за счет вовлечения в процесс грунтов элювиально-делювиального чехла и коренной интенсивно тектонически нарушенной основы, первоначально находящихся в естественном залегании. При этом в результате техногенно нарушенные грунты могут составлять незначительную часть от конечного объема проявления.

2. Ведущими быстроизменяющимися факторами активизации ЭПП, как природных, так и техногенных и их ассоциаций, являются климатические (осадки и температура).

3. Триггерные значения факторов активизации в значительной степени зависят от истории предыдущих воздействий. Установление корреляционных зависимостей между режимом воз-

действий и триггерными значениями факторов активизации – весьма актуальная на настоящий момент проблема прогнозирования активности ЭПП, требующая проведения значительного объема дополнительных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзержевскому / Отв. ред. А.Б. Шмакин. М.: Воентехиниздат, 2009. 372 с.
2. Мальнева И.В., Кононова Н.К., Крестин Б.М. Сценарии развития опасных экзогенных процессов на территории Большого Сочи и Красной Поляны в соответствии с современными изменениями климата // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Оценка рисков возникновения чрезвычайных ситуаций. Матер. X научн.-практ. конф. 5–6 октября 2010 г. Докл. и выступления. М.: Центр “Антистихия” МЧС России. 2011. С. 135–146.
3. Мальнева И.В., Крестин Б.М., Гонсировский Д.Г., Кононова Н.К. Оценка активности экзогенных геологических процессов в районе Большого Сочи и Красной Поляны // Разведка и охрана недр. 2008. № 6. С. 29–33.
4. Сергеев Е.М. Проблемы инженерной геологии в связи с охраной и рациональным использованием геологической среды // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. 1987. № 5. С. 77–86.
5. Современные геологические процессы на Черноморском побережье СССР / Под ред. А.И. Шеко. М.: Недра, 1973. 220 с.

LANDSLIDE AND MUDFLOW ACTIVITY IN THE GREATER SOCHI AREA AND ITS VARIATION IN THE BEGINNING OF XXI CENTURY

B. M. Krestin, I. V. Malneva

Federal State Unitary Enterprise All-Russian Research Institute of Hydrogeology and Engineering Geology (FGUP VSEGINGEO)

Zelenyi, Noginsk region, Moscow oblast, 142452 Russia.

E-mail: vsegingeo@rambler.ru, irmaln@rambler.ru

The data about landslides and mudflows manifested in the Greater Sochi and Krasnaya Polyana areas in recent years are analyzed. The evidence is used about variation in their activity because of natural and technogenic impact during the preparation to the 2014 Winter Olympics. The specific features of process intensification in 2012–2013 are pointed out.

Keywords: *activity, mudflows, landslides, technogenic impact, geological environment, hazard.*