

**Опасные склоновые процессы и их социально-экономические последствия.
Часть 4. Перу, Чили, Аргентина, Бразилия**



Странная на первый взгляд тенденция к росту смертности, травматизма и экономических потерь от опасных проявлений склоновых процессов во всем мире была очень хорошо продемонстрирована в докладе Р.Л. Шустера и Л.М. Хайленд [32] на 3-м Панамериканском симпозиуме по оползням в 2001 году. И это несмотря на все достижения в прогнозировании этих явлений и защите от них! Докладчики предположили, что такая тенденция объясняется увеличением численности населения и развитием нового строительства и туризма в холмистых, горных и прибрежных районах.

Поскольку указанный доклад не потерял своей актуальности до сих пор, мы и рассматриваем его материалы в данной статье с привлечением некоторых других источников, в том числе более современных. В первой, второй и третьей ее частях [9–11] мы проанализировали примеры социально-экономических последствий опасных склоновых процессов в странах Северной Америки и в некоторых государствах Южной Америки (Венесуэле, Колумбии, Эквадоре). Теперь продолжим рассматривать соответствующие примеры для остальных стран Южной Америки.

Представители Геологической службы США Р.Л. Шустер и Л.М. Хайленд в своем докладе «Социально-экономические и экологические последствия склоновых процессов в Западном полушарии» [32] на 3-м Панамериканском симпозиуме по оползням, состоявшемся в Колумбии в 2001 году, привели ряд ярких примеров проявлений опасных склоновых процессов в Северной и Южной Америке (рис. 1). Напомним, что под словом landslides докладчики подразумевали любые указанные явления, что было нами учтено при переводе названия их работы. Они подчеркнули, что число жертв и экономических потерь от этих явлений в мире растет, и предположили, что это связано с увеличением численности населения и развитием нового строительства и туризма в районах с нестабильными склонами. Тенденция к росту этих потерь сохраняется до сих пор, поэтому указанный доклад [32] по-прежнему актуален.



Рис. 1. Политическая и физическая карты Южной Америки [26, 33]

В первой, второй и третьей частях предлагаемой читателям статьи [9–11] были рассмотрены примеры социально-экономических последствий опасных склоновых процессов в странах Северной Америки и в некоторых государствах Южной Америки (Венесуэле, Колумбии, Эквадоре). Теперь продолжим рассматривать соответствующие примеры для Южной Америки на основе указанного доклада [32] и некоторых других источников, в том числе более современных.

Напомним также, что, как подчеркнули Шустер и Хайленд [32], информации о проявлениях опасных склоновых процессов в странах Южной Америки в опубликованных источниках очень немного. Социально-экономические данные доступны в основном для наиболее катастрофических событий. Поэтому говорить о получении надежных оценок масштабов потерь от этих явлений не приходится, но

общее представление получить можно. Поэтому авторы указанного доклада [32] и других опубликованных работ рассматривают в основном крупные события, но не сумму последствий от массы более мелких явлений, которая может быть тоже гигантской.

Для сопоставимости здесь, как и в предыдущих частях статьи [9–11], мы будем указывать денежные эквиваленты потерь в приблизительных ценах 2019 года.

Перу

В Андах Перу крутые склоны, глубокие долины, землетрясения и сильные орографические дожди (выпадающие под влиянием рельефа местности) действуют сообща и особенно опасны в связи с разрушительными проявлениями склоновых процессов. Самые сильные дожди идут вдоль побережья Перу во время температурных колебаний в Тихом океане, связанных с теплым приповерхностным течением Эль-Ниньо, которые происходят примерно каждые 3–8 лет, – и в это время происходит максимальное количество оползней, обвалов, осыпей, селей и наводнений. Наиболее опасны склоны, покрытые элювиальными грунтами, особенно если контактные поверхности между ними и коренными породами «смазаны» грунтовыми водами.

Наиболее известен катастрофическими событиями в Перуанских Андах **горный массив Кордильера-Бланка** и его самая высокая гора – Уаскаран (6768 м).

13 декабря 1941 года ледниковый обвал вызвал прорыв моренной плотины высокогорного озера Палькочоча у подножий вершин Палкараю и Пукаранка в пределах указанного массива. Это стало причиной возникновения обвально-оползневого селя объемом не менее 10 млн куб. м, который разрушил город Уарас в департаменте Анкаш, где погибло, по разным данным, от 4 до 7 тыс. человек. Кроме того, этот сель временно перекрыл реку Рио-Санта, а два дня спустя и эта природная дамба прорвалась. Вновь возникший сель унесся к Тихому океану, уничтожив многие поселения и фермы вдоль реки.

10 января 1962 года обвалившийся с северного склона горы Уаскаран кусок ледника объемом 2 млн куб. м породил сель объемом 13 млн куб. м, который снес поселок Ранраирка и не менее 8 более мелких населенных пунктов с почти всеми их жителями. Погибло, по разным данным, от 4 до 5 тыс. человек и 10 тыс. домашних животных. Вдоль пути селя были уничтожены многие плодородные сельскохозяйственные земли.

31 мая 1970 года из-за сильного землетрясения (с эпицентром в Тихом океане недалеко от побережья Перу) с вновь дестабилизированного северного склона Уаскарана опять сорвалась значительная часть ледника, которая перешла ниже в мощный высокоскоростной сель объемом около 80 млн куб. м. Он похоронил под собой город Юнгай, остатки Ранраирки, близлежащие деревни и палаточный лагерь чешских альпинистов (рис. 2, 3). Тогда от этого селя погибло более 20 тыс. человек. Как и в 1962 году, сель продолжал движение за Ранраиркой и Юнгаем по долине реки Санта, нанеся огромный ущерб строениям и линейным сооружениям на своем пути. Следует отметить, что вызвавшее это бедствие землетрясение стало причиной многих тысяч или даже десятков тысяч разрушительных склоновых процессов и в других районах Перу (на территориях общей площадью 30 тыс. кв. км с радиусом до 200 км от эпицентра) [4, 5, 17, 25, 32].



Рис. 2. Последствия Уаскаранской катастрофы 1970 года в Перу [4, 32]



Рис. 3. Город Юнгай до и после Уаскаранской катастрофы 1970 года в Перу [4, 5]

Теперь вернемся немного по времени назад, т.к. речь пойдет о других регионах Перу.

В августе 1945 года катастрофический обвал объемом 5,5 млн куб. м со склонов горы Серро-Кондор-Сенкка в Перуанских Андах перекрыл реку Рио-Мантаро в департаменте Аякучо. Он образовал естественную плотину высотой 100 м и озеро перед ней длиной 20 км. Поскольку это место не было заселено, сразу не было ни жертв, ни прямых экономических потерь. Однако через 73 дня временная дамба прорвалась и возник мощный селевой поток с расходом более 35 тыс. куб. м/с, что в 50 раз превысило среднегодовой максимальный паводок в Рио-Мантаро. В итоге было разрушено 13 мостов и повреждено большое количество

сельскохозяйственных угодий на речных террасах. Кроме того, из-за селевых отложений сильно изменилась морфология русла и долины, поэтому пришлось пересматривать предложенные планы по строительству плотин гидроэлектростанций на этой реке.

В марте 1971 года в провинции Паско в Перуанских Андах произошел обвал трещиноватого известняка объемом 100 тыс. куб. м. Вся эта масса обломков упала с высоты 400 м в озеро Янахуин, вытеснив воду и образовав волну, которая затопила противоположный берег озера на высоту до 30 м. В итоге был уничтожен расположенный там лагерь Чунгарской горнодобывающей компании. Погибло, по разным данным, от 400 до 600 человек. Из имущества компании на берегу озера было уничтожено все, кроме нескольких наземных сооружений и двух бетонных спальных барачков. Кроме того, вода залилась в шахту, утопив нескольких шахтеров.

В апреле 1974 года в Андах в центральной части Перу сошел огромный оползень из скальных пород объемом 1–1,6 млрд куб м со скоростью 120–140 км/ч. Произошло это в начале долины притока реки Рио-Мантаро. Было разрушено или повреждено множество домов в деревне Майунмарка и еще в нескольких небольших поселениях. Погибло 317 человек и было ранено 134 человека. В нижней части своего пути оползень превратился в мощный обломочный селевой поток, отложения которого перекрыли реку Рио Мантаро на высоту до 150 м, образовав перед собой озеро длиной 30 км, в котором накопилось около 670 млн куб. м воды. Через 43 дня временная плотина прорвалась и возник новый селевой поток, который прошел 800 км вниз по течению. Из-за того что население ниже этой дамбы было заранее предупреждено и приблизительно 1000 человек было эвакуировано, новых жертв не было, но материальный ущерб оказался значительным: поток или связанные с ним оползни разрушили 3 моста и приблизительно 20 км автомагистралей между городами Уанкайо и Аякучо, а также множество домов и ферм.

В конце 1970-х годов на юге центральной части Перу было замечено, что часть древнего оползня скальных пород в филлитах объемом 3 млн куб. м («оползня № 5») с правой стороны от 80-метровой бетонной плотины крупной электростанции Таблачака на реке Рио-Мантаро снова активизировалась (вероятно, из-за дестабилизирующего воздействия водохранилища) и стала медленно смещаться в сторону гидроэнергетического сооружения (рис. 4). **В 1980-е годы** перуанское правительство потратило около 71 млн долларов (в ценах 2019 года) на успешные меры по устранению угрозы от этого оползня, в том числе соорудив земляной контрфорс объемом 460 тыс. куб. м у подножия склона, горизонтальные дрены и дренажные штольни для поверхностного и подповерхностного дренажа и предварительно напряженные грунтовые анкеры [32].



Рис. 4. Смещение активизировавшейся части древнего оползня (указанное красными стрелками), ставившее под угрозу плотину и электростанцию Таблачака на реке Рио-Мантаро в Перу до принятия дорогостоящих контрольных мер [29, 32]

Конечно, оползнево-селевые катастрофы случаются в Перу регулярно, и прежде всего в дождливый сезон с ноября по апрель. Пропустим период с 1980-х по 2008 год и выборочно приведем лишь несколько примеров для Перу за последнее 10–11 лет.

В марте 2009 года более 20 человек погибло и 38 тысяч пострадало в Перу в результате оползней, селей и наводнений, вызванных сильными дождями. Грязевые сели нанесли большой ущерб центральным и южным регионам и населенным пунктам страны – Лиме (столице), Амасонасу, Кахамарке, Пуно, Сан-Мартину и др. Были разрушены протяженные участки дорог, множество мостов, оросительных каналов и 1,5 тыс. га сельскохозяйственных угодий. Был нанесен ущерб десяткам школ, больниц и жилых домов. В том числе в течение нескольких дней была заблокирована центральная магистраль страны, которая связывает столицу с другими районами. Десятки грузовиков с сельхозпродукцией и пассажирских автобусов несколько дней ждали, пока дорогу расчистят. Следует отметить, что Национальный институт гражданской обороны Перу еще в октябре 2008 года определил более 70 зон повышенного риска в долинах рек Чильон, Римак и Лурин в центре страны и дал рекомендации по расчистке водоотводных каналов в руслах рек и перенесению населенных пунктов из оползнеопасных районов в другие места. Однако в большинстве этих зон рекомендации были проигнорированы местными властями, что усугубило тяжелые последствия [8].

26 января 2010 года после дождливой недели в регионе Куско в Перу было объявлено чрезвычайное положение на 60 дней с тем, чтобы ускорить очистительные работы и помочь тысячам людей (местным жителям и туристам), которые пострадали в результате оползней, селей и наводнений. Более 40 селей заблокировали многие дороги и уничтожили более 9 тыс. га сельскохозяйственных земель, многие дома и сооружения. Погибло 3 человека. Было эвакуировано почти 2 тыс. туристов на армейских вертолетах [19].

2 апреля 2010 года в перуанском департаменте Уануко в результате схода селя был полностью уничтожен поселок Arroito. Погибло не менее 112 человек [22].

В феврале 2015 года проливные дожди вызвали массу оползней, селей и наводнений в большинстве регионов Перу. В 20 регионах из 25 было объявлено чрезвычайное положение. Погибло не менее 15 человек, было ранено не менее 11 человек [21].

В феврале и марте 2017 года из-за оползней, селей и наводнений после продолжительных дождей в Перу погибло не менее 96 человек. Была нарушена жизнь более полумиллиона перуанцев в 20 из 25 регионов страны. Около 56 тысяч человек пострадали физически или лишились своих домов. Вызванная этими событиями вспышка лихорадки денге в районе Пиура затронула более 1200 жителей [2].

В марте 2018 года огромным оползнем и образовавшимися на нем трещинами было разрушено более 100 домов на площади более 30 га в городе Лутто Кутуто опять же в районе Куско в Перу (рис. 5) [7].



Рис. 5. Гигантский оползень с трещинами, разрушивший часть города Лутто Кутуто в перуанском регионе Куско в марте 2018 года [28]

В феврале 2019 года проливные дожди привели к возникновению множества селевых потоков и оползней в Перу, особенно в регионах Арекипа, Анкаш, Мокегуа и Такна (рис. 6). Были повреждены или разрушены сотни домов. Погибло не менее 20 человек [18].



Рис. 6. Оползень на золотом прииске в Перуанских Андах в феврале 2019 года [12]

13 марта 2019 года сошел оползень, перешедший в сель, прямо на трассу, соединяющую города Уануко и Тинго-Мария в центральной части Перу. Погибло около 8 человек, которые находились в автомобилях во время катастрофы. Трасса была временно перекрыта, из-за чего на ней образовалась огромная пробка из автотранспорта [15].

И это лишь немногие примеры последствий опасных склоновых процессов в Перу.

Чили

Чили занимает узкую полосу вдоль тихоокеанского побережья континентальной Южной Америки и является самой протяженной страной в мире, вытянутой с севера на юг (длина береговой линии 6435 км, сухопутной границы – 6339 км). Чили находится в центральной и южной части Анд – в районе самых больших перепадов высот в мире. Самая высокая точка Чили – гора Охос-дель-Саладо (6893 м), а вблизи берегов страны находится Атакамская впадина Перуанско-Чилийского желоба глубиной до 8180 м. В рельефе хорошо выражены три продольных пояса: Главная Кордильера Анд (высотой до 6880 м) на востоке, Береговая Кордильера (до 3200 м) на западе и Продольная долина между ними, которая является основным районом земледелия. Горы Береговой Кордильеры почти на всем протяжении подступают к испещренному бухтами берегу. Из-за большой протяженности климат меняется от тропического на севере до умеренного океанического на юге, а в Чилийской Антарктике климат вообще субантарктический и антарктический. Количество осадков в Чили растет с севера на юг, а снеговая линия в этом направлении снижается – с 6 км до 500 м.

Район Чили является сейсмически неустойчивым, со многими действующими вулканами (как подводными, так и наземными). Землетрясения происходят довольно часто [1].

Этой информации достаточно для того, чтобы понять, что в Чили чрезвычайно много районов с повышенной опасностью развития разрушительных склоновых процессов. Приведем лишь некоторые примеры.

В декабре 1575 года оползень объемом около 100 млн куб. м, вызванный землетрясением, перекрыл выход из озера Риньиуэ в провинции Вальдивия на побережье юга Чили. Спустя почти 4 месяца эта природная плотина прорвалась, что привело к катастрофическому наводнению, которое разрушило большую часть города Вальдивия.

22 мая 1960 года в той же южной части Чили произошло самое сильное землетрясение в истории человечества – Великое Чилийское землетрясение с магнитудой около 9,3–9,5. Оно вызвало многочисленные оползни и сели, особенно в провинциях Осорно и Вальдивия, оголив до 75% склонов.

В восточной части района озера Лаго Рупанко примерно в 80 км к востоку от города Осорно около 125 человек погибли под оползнями, обвалами и селями. Этими смещениями грунта было практически уничтожено сельскохозяйственное сообщество Гавиота в верхней части озера.

Самыми крупными стали три смежных оползня общим объемом около 40 млн куб. м в 65 км к востоку от города Вальдивия. Они запрудили реку Рио-Сан-Педро недалеко от заболоченного моренного озера Лаго-Риньиуэ, из которого она вытекает. Новое озеро, окруженное возникшей естественной плотиной, набрало объем воды 2,5 млрд куб. м. В попытке предотвратить разрушение дамбы через ее гребень были вырыты водосбросные каналы. Эти усилия были частично успешными, но естественная плотина все же прорвалась, затопив широкую долину вниз по течению к востоку от Вальдивии на глубину 5–6 м. Из-за достаточных и своевременных предупреждений о наводнениях человеческих жертв не было. Но было разрушено множество зданий, железнодорожных путей и автомобильных дорог.

3 марта 1985 года на побережье в центральной части Чили (к западу от столицы Сантьяго) произошло сильное землетрясение, имевшее магнитуду $M_s=7,8$. Вызванные им оползни и сели нанесли значительный ущерб сооружениям, дорогам и коммуникациям в городах Вальпараисо, Винья-дель-Мар, в пригородах вдоль побережья к северу от города Винья-дель-Мар и в Сан-Антонио. Один крупный обвал временно перекрыл шоссе в Андах к северо-востоку от Сантьяго. От гораздо более серьезных потерь спасло то, что землетрясение произошло в конце сухого сезона во время минимального водонасыщения грунта.

В ноябре 1987 года в провинции Эль-Альфальфал в центральной части Чили на высоте 4700 м (в верховьях притока реки Рио-Колорадо) произошел катастрофический оползень-обвал объемом 2,5–5,5 млн куб. м, который перешел в сель, промчавшийся 50 км вниз по долине Рио-Колорадо (всего в 50 км от Сантьяго). Погибло 29 человек, которые вели строительство гидроэлектростанции «Эль-Альфальфала». Был причинен значительный ущерб не только строящейся ГЭС, но и действовавшей на тот момент Майтенской гидроэлектростанции.

Окончание строительства электростанции «Эль-Альфальфала» было задержано на год и завершено в 1990 году. К тому же пришлось менять конструкции водозаборов, чтобы минимизировать вероятность повреждений в случае будущих селевых потоков. Майтенская электростанция вернулась в строй лишь в 1992 году. Вокруг нее была сооружена каменно-набросная дамба, чтобы защитить ее от будущих селей.

В июне 1991 года после необычайно сильных дождей в чилийском прибрежном городе Антофагаста, расположенном в 1300 км к северу от Сантьяго,

сошло несколько селей и ливневых паводков, в результате которых погибло 149 человек, было разрушено 402 дома и повреждено 2 тыс. домов. Кроме того, были повреждены железные и автомобильные дороги и система водоснабжения Антофагасты. Общие потери составили около 38 млн долларов в ценах 2019 года [32].

16 декабря 2017 года после проливного дождя, длившегося целые сутки, сошел оползень, перешедший в сель, в коммуне Чайтен чилийского региона Лос Лагос (в 1100 км к югу от Сантьяго). Пострадала деревня Вилла Санта Люсия, в которой погибло до 20 человек. Большое количество жилых домов и местная школа получили повреждения или были уничтожены (рис. 7). Были разрушены также системы электро- и водоснабжения. Десятки людей были эвакуированы в соседний город Чайтен [13, 14].



Рис. 7. Чилийская деревня Вилла Санта Люсия, пострадавшая от схода оползня и селя 16 декабря 2017 года [14]

Конечно, это лишь немногие примеры, но опубликованная информация по опасным склоновым процессам в Чили еще более скудна, чем для Перу.

Аргентина

Хотя имеются многочисленные геологические свидетельства доисторических оползней на восточных склонах Андских гор в Аргентине, информация об исторических катастрофических склоновых процессах в этой стране не получила широкого распространения. Однако известно, что в высоких Андах на границе с Чили, а также в провинциях Жужуй и Сальта на крайнем севере Аргентины в дождливый зимний сезон регулярно сходят селевые потоки, иногда катастрофические. Приведем некоторые примеры.

В 1914 году в высоких Андах произошел прорыв 21-километрового озера Лаго-Кари-Лаукен (рис. 8) через доисторическую оползневую плотину на реке Рио-Барранкас, которая протекает по границе между северо-западными аргентинскими провинциями Неукен и Мендоса и впадает в реку Рио-Гранде. В одночасье длина озера была уменьшена до 5,6 км, уровень воды в нем снизился примерно на 95 м и около 16 кв. км его бывшего дна было оголено. Возникший катастрофический селевой поток из воды, камней и дисперсных грунтов с предполагаемым объемом

2 млрд куб. м пронесся 60 км вниз по Рио-Барранкасу и затем продолжил свой путь по Рио-Гранде на расстояние более 300 км от остатков прорванной плотины. Доступных данных о жертвах или стоимости ущерба в малонаселенных долинах этих двух рек нет, но известно, что сель тогда буквально опустошил долину Рио-Барранкаса и частично Рио-Гранде в провинциях Ла-Пампа и Рио-Негро. Скотоводческие ранчо, фермы и дороги вдоль речных террас по обе стороны долины Рио-Барранкаса были уничтожены. Поля пшеницы, кукурузы и люцерны были похоронены под отложениями селя. Кроме того, были опустошены два небольших города в долине. Нарушенные сельскохозяйственные угодья не были восстановлены и через 20 лет после катастрофы.

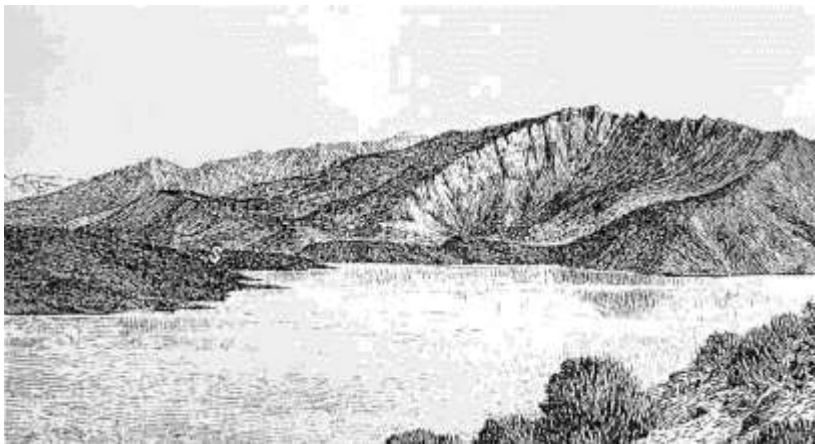


Рис 8. Эскиз озера Лаго-Кари-Лаукен на реке Рио-Барранкас в Аргентине и место схода доисторического оползня, который запрудил реку. На рисунке показано состояние озера после частичного разрушения естественной плотины в 1914 году. Расположение выхода из озера обозначено буквой «S» рядом с левым краем эскиза [30, 32]

В январе 1976 года в провинции Сальта сошел вызванный дождями мощный сель, который пронесся вниз по реке Рио-Эскоипе, почти полностью разрушив процветавший город Сан-Фернандо-де-Эскоипи и похоронив его под 3 м грязи и камней. Сохранилось только несколько домов, расположенных на возвышенных склонах на окраине.

В январе 1984 года селевой поток, сошедший по реке Рио-Гранде, разрушил жилые дома, автомобильные и железные дороги в деревне Пурмарка в провинции Жужуй.

В январе 1986 года и в марте 1990 года произошли аналогичные разрушения деревни Хумауака на той же реке и в той же провинции [32].

В конце января 2014 года в северо-западной аргентинской провинции Катамарка (примерно в 1200 км от столицы Буэнос-Айрес) в результате аномально сильных ливней со склона сошел в реку огромных размеров пласт грунта, который почти мгновенно перешел в мощный селевой поток, захватывавший с собой огромные валуны и деревья. Вскоре он накрыл проходившую рядом автостраду, довольно активно использовавшуюся водителями даже ночью. Пострадали многие жилые дома, из которых пришлось эвакуировать порядка 600 человек. Погибло

около 11 человек. Пострадали населенные пункты Эль-Родео и Сихан, а также прилегавшие к ним территории (рис. 9) [6].



Рис. 9. Последствия схода оползня, перешедшего в сель, в северо-западной аргентинской провинции Катамарка [6]

7 февраля 2018 года после сильных ливней наблюдался массовый сход оползней, селей и паводков в северной части Аргентины (серьезно пострадала также Боливия). Свыше 60 тыс. человек пострадали, 10 тыс. человек в городе Санта-Виктория-Эсте в провинции Сальта были эвакуированы. В ряде районов была прервана подача электроэнергии. Пострадали некоторые дома [23].

Снова подчеркнем, что это лишь немногие примеры по проявлениям опасных склоновых процессов. Но и для Аргентины доступной информации не так много.

Бразилия

В период с декабря по март сочетание обильных дождевых осадков, крутых склонов, элювиальных отложений и выветрившихся скальных грунтов делает прибрежные горы в южной части Бразилии особенно восприимчивыми к катастрофическим проявлениям склоновых процессов. Рост населения и соответствующего строительства в Рио-де-Жанейро и близлежащих городах распространился из низменностей на склоны, а сопутствующее сооружение автомагистралей потребовало создания огромных выемок по краям склонов и их частичной обратной засыпки. Все это дополнительно усложнило проблемы, связанные с устойчивостью склонов в городских районах. Кратко рассмотрим лишь некоторые наиболее значимые события в этом регионе.

Летом 1966 года необычно сильные дожди в южной части Бразилии привели к сходу множества оползней и селей в районе Рио-де-Жанейро, где в результате погибло около 1000 человек.

18 февраля 1967 года в районе Байру-Жардим-Ларанжейрас города Рио-де-Жанейро высокоскоростной оползень, вызванный сильным дождем, разрушил три здания, два из которых были многоквартирными домами (рис. 10). Погибло 110 человек.



Рис. 10. Оползень в районе Байру-Жардим-Ларанжейрас города Рио-де-Жанейро в феврале 1967 года [31, 32]

Летом 1967 года после сильных дождей наиболее сильно пострадал район площадью 100 кв. км, расположенный в 50–70 км к западу от Рио-де-Жанейро вдоль склона хребта Серра-дас-Аракас. Оползни, обвалы, селевые и паводковые потоки привели к огромным человеческим и материальным потерям на шоссе Рио-де-Жанейро – Сан-Паулу. В этом районе погибло около 1700 человек. Значительный ущерб был нанесен важным гидроэлектростанциям.

В феврале 1988 года длительные обильные осадки вдоль гористой средней части южного побережья Бразилии вызвали тысячи оползней почти в тех же районах, что и в 1966–1967 годах. Районами бедствий стали Рио-де-Жанейро и Петрополис. Общее число погибших составило 320 человек. В одном только Петрополисе 171 человек погиб, 600 получили ранения и 4263 остались без крова. Возможно, до 80% оползней в этих двух городах были связаны с деятельностью человека – в основном с подрезкой и обратной засыпкой оснований склонов для прокладки автомагистралей и другого строительства.

В январе 2011 года после обильных дождей из-за оползней, селей и наводнений на юго-востоке Бразилии погибло не менее 1159 человек и 14 тыс. человек остались без жилья. Были разрушены сотни домов, десятки мостов и дорог, многие линии телефонной связи, электро- и водоснабжения (рис. 11–14). Наиболее пострадал горный регион Серрана. Эвакуировать пришлось многие тысячи человек. В спасательных операциях участвовало около 800 человек и военные вертолеты [3, 16].



а



б

Рис. 11. Последствия схода оползней в городе Нова Фрибурго в Бразилии в январе 2011 года [3]



Рис. 12. Оголившиеся склоны после массового схода оползней и селей в окрестностях городов Нова Фрибурго и Тересополис в Бразилии в январе 2011 года [3]



Рис. 13. Дом на краю пропасти после оползня в селении Поко Фундо недалеко от города Петрополис в январе 2011 года [3]



а

б

Рис. 14. Последствия массового схода оползней в городе Тересополис в январе 2011 года [3, 16]

Но бывают подобные катастрофы и техногенного характера.

Например, **5 ноября 2015 года** в районе города Мариана в бразильском штате Минас-Жерайс после резкого увеличения объемов добычи железной руды и отходов, сильных дождей и сейсмической активности прорвались насыпные дамбы на каскаде из двух хвостохранилищ горнопромышленного комплекса, находившегося в совместной собственности крупнейшей бразильской компании Vale и англо-австралийской компании ВНР. Возникший мощный поток объемом 60 млн куб. м покрыл толстым слоем токсичной грязи деревню Бенто-Родригес, разрушил другие населенные пункты, мосты, дороги, леса и вызвал одну из самых серьезных экологических катастроф в истории Бразилии, поскольку токсичные вещества попали в реку Риу-Доси – крупнейшую на юго-востоке страны. Тогда погибло 19 человек и физически пострадало более 250 человек и (рис. 15) [33].



Рис. 15. Спасатели ищут погибших или выживших после прорыва насыпных дамб на каскаде из двух хвостохранилищ в районе бразильского города Мариана 5 ноября 2015 года [24]

25 января 2019 года в муниципалитете Брумадинью того же штата Минас-Жерайс на юго-востоке Бразилии в результате катастрофического разрушения земляной дамбы хвостохранилища железорудной шахты «Коррего де Фейяо», с 2001 года принадлежавшей все той же компании Vale, 12 млн куб. м токсичной грязи ринулись вниз по склону и нижележащей долине реки Каза-Бранка, покрыв слоем высотой до 15 м административную территорию шахты, рабочую столовую, отель, дороги, сельскохозяйственные земли, дома работников шахты и местных жителей (рис. 16). Погибло не менее 332 человек. Тысячи человек, населявших зону схода этого техногенного селя, пришлось эвакуировать. Широкий поток ядовитой грязи растянулся более чем на 8 км и достиг достаточно крупной реки Парапеба, надолго загрязнив эту местность и территории ниже по течению, где проживает 1,3 млн человек [33].



Рис. 16. Спасатели ищут погибших или выживших после катастрофического разрушения земляной дамбы хвостохранилища железорудной шахты «Коррего де Фейяо» в муниципалитете Брумадинью 25 января 2019 года [20]

Более подробно о причинах подобных техногенных катастроф мы рассказывали в ранее опубликованной статье [33].

Список разрушительных проявлений склоновых процессов в Бразилии мог бы быть почти бесконечным, но мы пока остановимся. Не будем описывать подобные процессы и в остальных странах Южной Америки (Боливии, Парагвае, Уругвае, Гайане, Суринаме и Французской Гвиане), поскольку их не касались авторы доклада [1], да и объемы наших статей имеют ограничения. Но, думается, приведенных примеров вполне достаточно, чтобы дать представление о социально-экономических потерях, к которым могут привести опасные склоновые процессы.

Общее заключение

В конце своего доклада [32] Шустер и Хайленд снова подчеркивают, что в большинстве стран Западного полушария, как и во всем мире, социально-экономические потери из-за проявлений опасных склоновых процессов велики и имеют тенденцию к росту по мере увеличения численности населения, количества промышленных, сельскохозяйственных и туристических объектов и соответствующего распространения строительства на нестабильные склоны холмов, гор и побережий.

Шустер и Хайленд [32] делают вывод, что на американских континентах Соединенные Штаты опережают другие страны по экономическим потерям от рассматриваемых явлений (общие прямые и косвенные экономические потери в США составляют не менее 2,2 млрд долларов в год, а число погибших в среднем доходит до 50 и более в год).

Хотя это и трудно оценить, но экономические потери в других американских странах, несомненно, меньше, чем в Соединенных Штатах, однако в отдельных случаях число жертв от опасных проявлений склоновых процессов там в некоторые годы бывает огромным. Связано это в первую очередь с бедностью основной части населения в этих государствах (плотность населения на опасных склонах может быть велика, к чему прибавляется бесконтрольность строительства их домов на склонах, а цена их жилищ и инфраструктуры при этом остается низкой).

Шустер и Хайленд в своей работе [32] также много внимания уделили воздействию проявлений склоновых процессов на окружающую среду. Но мы лишь кратко остановимся на основных выводах авторов доклада [32] по этому поводу. Склоновые процессы, особенно охватывающие большие площади, могут приводить к значительным изменениям в естественной среде обитания Земли. Как субаэральные, так и подводные оползни влияют на топографию/морфологию поверхности Земли. На континентах эти поверхностные изменения чаще всего происходят в горных районах и в долинах рек. В пределах подводных окраин континентов и прибрежных каньонов периодически сходят подводные оползни (которые, кстати, могут вызвать цунами, опасные для больших территорий на берегу). Дикая природа часто страдает от проявлений склоновых процессов. Однако, поскольку последние являются относительно локальными явлениями, флора и фауна могут со временем восстановиться, если останутся подходящие места для их обитания и жизнеспособные популяции поблизости. Добавим, что при этом воздействие на окружающую среду может быть причиной колоссальных косвенных социально-экономических потерь.

Общие выводы из четырех частей предложенной нами статьи могут быть такими. Социально-экономические потери в рассмотренных странах из-за опасных склоновых процессов велики прежде всего в силу пересеченности рельефа и длительных дождливых периодов или часто налетающих штормов, а также сейсмической и вулканической активности. В Центральной и Южной Америке огромную роль играет большой процент бедного населения, которое бесконтрольно селится на опасных склонах или вблизи них, а местные власти не имеют возможностей и желания реагировать на предупреждения ученых об опасностях.

Еще раз подчеркнем, что число жертв и экономических потерь от проявлений опасных склоновых процессов имеет тенденцию к росту, причем во всем мире. И происходит это скорее всего из-за увеличения численности населения. Возможно, играют немалую роль и изменения климата. Поэтому правительственные

учреждения и строительные организации должны лучше понимать социально-экономическую опасность склоновых процессов и не жалеть средств на их исследования, контроль, предотвращение, создание систем предупреждения и защиты от них, а также ликвидацию их негативных последствий.

Источники

1. География Чили // Ru.wikipedia. 31.12.2019. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/География_Чили.
2. Жертвами наводнений в Перу стало более 60 человек // Regnum.ru. 17.03.2017. URL: regnum.ru/news/accidents/2250691.html.
3. Из-за наводнений в Бразилии погибло более 200 человек // Lenta.ru. 13.01.2011. URL: lenta.ru/news/2011/01/13/brazil/.
4. Как лавина погубила 60 тысяч человек // Masterok. Livejournal. Дата последнего обращения: 21.12. 2018. URL: masterok.livejournal.com/3418199.html; <https://tech.onliner.by/2017/02/08/huascaran-avalanche>.
5. Можно ли избежать «белой смерти»? Часть 2. Самые известные лавинные катастрофы // Geoinfo.ru. 14.01.2019. URL: geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/mozhno-li-izbezhat-beloy-smerti-chast-2-samye-izvestnye-lavinnye-katastrofy-39573.shtml.
6. О последствиях оползня на северо-западе Аргентины // EcoWars.tv. 27.01.2014. URL: ecowars.tv/disasters/2594-grjazevoj-opolzen.html.
7. Огромные трещины поглотили город в Перу // Земля. Хроники жизни. 01.08.2018. earth-chronicles.ru/news/2018-08-01-118307.
8. Около 38 тысяч человек пострадали в Перу в результате оползней и наводнений // ВЕСТИ.RU. 19.03.2009. URL: vesti.ru/doc.html?id=264544&cid=9.
9. Опасные склоновые процессы и их социально-экономические последствия. Часть 1. США и Канада // Geoinfo.ru. 11.11.2019. URL: geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/opasnye-sklonovye-processy-i-ih-socialno-ehkonomicheskie-posledstviya-chast-1-ssha-i-kanada-41681.shtml.
10. Опасные склоновые процессы и их социально-экономические последствия. Часть 2. Мексика и Центральная Америка // Geoinfo.ru. 25.11.2019. URL: geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/opasnye-sklonovye-processy-i-ih-socialno-ehkonomicheskie-posledstviya-chast-2-meksika-i-centralnaya-amerika-41738.shtml.
11. Опасные склоновые процессы и их социально-экономические последствия. Часть 3. Венесуэла, Колумбия, Эквадор // Geoinfo.ru. 24.12.2019. URL: geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/opasnye-sklonovye-processy-i-ih-socialno-ehkonomicheskie-posledstviya-chast-3-venesuehla-kolumbiya-ehkvador-41902.shtml.
12. Оползень в Перу. 7 человек погибло во время оползня в Перу // Meteorprog.ua. 22.02.2019. URL: meteorprog.ua/ru/news/579637/.
13. Оползень в Чили разрушил деревню, по меньшей мере пять человек погибли // Theuk.One. 17.12.2017. URL: yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Ftheuk.one%2Fopolzen-v-chili-razrushil-derevnyu-po-menshej-mere-pyat-chelovek-pogibli%2F.

14. Оползень в Чили // Земля. Хроники жизни. 17.12.2017. URL: earth-chronicles.ru/news/2017-12-17-111040.
15. Оползень сошел прямо на трассу в Перу, пропали люди // ONT.by. 13.03.2019. URL: ont.by/news/opolzen-soshyol-pryamo-na-trassu-v-peru-propali-lyudi.
16. Оползни в Бразилии // Bigpicture.ru 13.01.2011. URL: bigpicture.ru/?p=115294.
17. Палькакоча // Ru.wikipedia. Дата последнего обращения: 21.12.2019. URL: ru.wikipedia.org/wiki/Палькакоча.
18. Перу: 11 погибших, сотни разрушенных домов // STORMnews.ru. 11.02.2019. URL: stormnews.ru/archives/64490.
19. Перу: Проливные дожди и оползни в Куско // GlobalVoices. 28.01.2010. URL: ru.globalvoices.org/2010/01/28/1172/.
20. По следам катастрофы в Бразилии. Чем чревато пренебрежение безопасностью хвостохранилищ // Geoinfo.ru. 25.02.2019. URL: geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/po-sledam-katastrofy-v-brazilii-chem-chrevato-prenebrezhenie-bezopasnostyu-hvostohranilishch-40102.shtml.
21. Проливные дожди обрушились на Перу // Meteo-tv.ru. 07.02.2015. URL: meteo-tv.ru/news/ekologiya/Prolivnye-dozhdi-obrushilis-na-Peru/.
22. Самые разрушительные селевые потоки в мире в 2010–2017 годах // РИА НОВОСТИ. 02.04.2017. URL: ria.ru/20170402/1491291597.html.
23. Сели и наводнения в Аргентине и в Боливии, 7 февраля 2018 года // GeoCenter.info. 08.02.2018. URL: geocenter.info/new/seli-i-navodnenija-v-argentine-i-v-bolivii-7-fevralja-2018-goda.
24. Техногенная катастрофа: токсичная грязь в Бразилии // Quibll. 10.11.2015. URL: quibll.com/mir/tehnogennaya-katastrofa-toksichnaya-gryaz-v-brazilii/12874/.
25. Уаскаран (гора) // Ru.wikipedia. Дата последнего обращения: 21.12.2019. URL: [ru.wikipedia.org/wiki/Уаскаран_\(гора\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Уаскаран_(гора)).
26. annamap.ru/yujnaya-amerika/.
27. en.wikipedia.org/wiki/File:Landslide_in_Cusco,_Peru_-_2018.jpg.
28. Landslide // En.wikipedia. 10.12.2019. URL: en.wikipedia.org/wiki/Landslide.
29. pubs.usgs.gov/of/2001/ofr-01-0276/images/Fig23.jpg.
30. pubs.usgs.gov/of/2001/ofr-01-0276/images/Fig25.jpg.
31. pubs.usgs.gov/of/2001/ofr-01-0276/images/Fig26.jpg.
32. Schuster R.L., Highland L.M. Socioeconomic and environmental impacts of landslides in the Western Hemisphere: U.S. Geological Survey open-file report 01-0276, 2001 // Proceedings of the 3-d Panamerican Symposium on Landslides, July 29 to August 3, 2001, Cartagena, Colombia (Castaneda Martinez J.E., Olarte Montero J., eds.), 886 p. URL: pubs.usgs.gov/of/2001/ofr-01-0276/.
33. webmandry.com/podrobnaya-politicheskaya-i-fizicheskaya-karta-yuzhnoj-ameriki-na-russkom-yazyke-so-stranami/.