

Таким образом, для нормального функционирования вновь вводимых объектов горной промышленности и систем их жизнеобеспечения на предпроектном этапе строительства необходим прогноз всех возможных опасностей и рисков, базирующийся на мониторинге гидрогеологических и мерзлотных условий территории и учете глобальных изменений климата.

Литература

1. *Верхотуров А.Г.* Влияние динамики мерзлотно-гидрогеологических условий Забайкалья на развитие опасных процессов // Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. – М.: РУДН, 2010. – С. 102-104.
2. *Геокриология СССР*: Горные страны юга СССР // Под ред. Э.Д. Ершова. – М.: Недра, 1989. – 359 с.
3. *Шестернев Д.М.* Особенности геокриологических условий трассы строящейся новой линии железной дороги Нарын-Лугокан в Забайкальском геокриологическом регионе. Материалы международной конференции «Криогенные ресурсы полярных и горных районов». – Тюмень, 2010. – С. 46-49.

ОПЫТ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ОСВОЕНИЯ ОВРАЖНО-БАЛОЧНЫХ СИСТЕМ В ВИТЕБСКЕ

А.Н. Галкин*, В.Ф. Котягов, А.П. Кремнев***, И.А. Красовская*,
Л.С. Германова**, Л.А. Смоляков****

* Учреждение образования «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова», 210038, Беларусь, г. Витебск, Московский пр-т, 33, тел. +375(212)215845, факс +375(212)214959, galkin-alexandr@yandex.ru;

** Витебский отдел инженерных изысканий производственного республиканского унитарного предприятия «Геосервис», 210001, Беларусь, г. Витебск, ул. Советской Армии, 17, тел. +375(212)372071;

*** Учреждение образования «Полоцкий государственный университет», 211440, Беларусь, Витебская обл., г. Новополоцк, ул. Блохина, 29, тел. +375(214)535235

Научно-обоснованное, экологически безопасное, рациональное использование земельных ресурсов является одной из важных задач государственного уровня. Развитие городов влечет за собой сокращение пригодных земель и выдвигает проблему изыскания новых, дополнительных земельных ресурсов для городского строительства. Резервным фондом являются так называемые «непригодные» территории, которые, при проведении соответствующих мероприятий по инженерной подготовке, могут быть использованы под различные виды строительства. К ним, в частности, относятся овражно-балочные территории. При этом следует отметить, что в последние десятилетия наметились негативные тенденции при освоении городских оврагов и ба-

лок. Одна из них связана с пренебрежением инженерной подготовкой территорий, недостаточным учетом возможности проявления опасных инженерно-геологических процессов. Более распространенным явлением становится несоответствие между значительным объемом работ по инженерной защите территории и ее слабо интенсивным градостроительным использованием, вплоть до полного ее исключения из освоения, а также большой временной разрыв между этими основными стадиями процесса освоения территорий. На современном этапе развития городов, которые интенсивно подвержены овражной эрозии, возрастает необходимость не только инженерной защиты их территорий, но и преобразования в пригодные земли для различных видов градостроительства путем проведения экологически безопасной инженерной подготовки.

В настоящее время в Витебске количество овражных форм составляет порядка 70, общая протяженность – более 17 км. Длина наиболее крупных оврагов достигает 1200 м, а глубина в приустьевой части – 10-40 м. Овраги находятся в стадии молодости, имеют V-образный поперечный профиль с крутыми и обрывистыми бортами. Рост оврагов наблюдается в основном в периоды весеннего снеготаяния и сильных ливневых дождей вследствие концентрации воды и создания размывающих скоростей потоков по межам и бороздам у бровок склонов.

В 2010 г. Витебским отделом инженерных изысканий производственного республиканского унитарного предприятия «Геосервис» по заданию института «Витебскгражданпроект» проводились инженерно-геологические изыскания под строительство в г. Витебске всепогодного аттракциона «Славянские горки» в месте слияния двух крупных оврагов. Конструкция аттракциона включает в себя отдельно стоящие одноэтажные сооружения: депо, нижнюю и верхнюю станции и тоннель. Целью изысканий являлось изучение рельефа, геологического строения, гидрогеологических условий, неблагоприятных геологических и инженерно-геологических процессов и явлений, физико-механических свойств грунтов участка с последующим расчетом устойчивости склонов оврагов в месте расположения аттракциона. Изыскания выполнялись по 7 профилям вкрест простирания рельефа, в том числе и методом маршрутов (рис. 1). Виды и объемы работ намечались исходя из требований для расчета устойчивости склонов: на бровке склонов глубина исследования соответствовала глубине до русла ручьев – 29 м (ударно-канатное бурение, динамическое зондирование), на откосах – глубиной до 3 м (ручное бурение); отбор проб грунта для лабораторных исследований осуществлялся по стандартным методикам.

Участок изысканий расположен в центральной части Витебска восточнее концертного зала «Летний амфитеатр» на склонах оврагов «Гапеевский» и «Дунай» в месте их слияния. По тальвегам оврагов протекают ручьи, несущие характер постоянных водотоков. Склоны оврагов крутые – 40-50°, поросшие древесно-кустарниковой растительностью. Территории, прилегающие к рассматриваемым эрозионным формам, в настоящее время активно во-

влечены в планировочную структуру города – они застроены административными и жилыми зданиями.

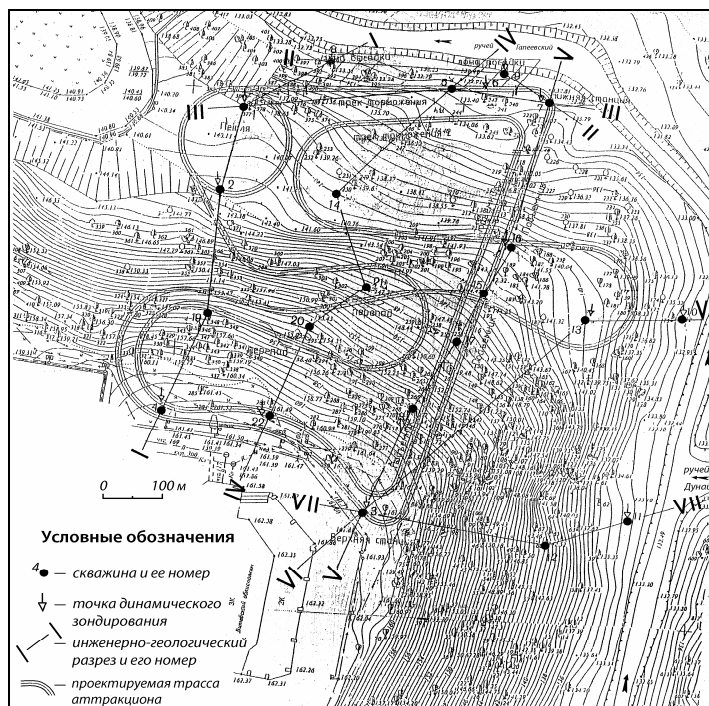


Рис. 1. План расположения скважин и трассы всепогодного аттракциона «Славянские горки»

По данным бурения в геологическом строении участка изысканий принимают участие:

- сожские моренные (gII_{sz}) суглинки серовато-бурого и бурого цвета с включениями гравия и гальки до 15% вскрытой мощностью 3-7 м;
- сожские озерно-ледниковые (lgII_{sz}) суглинки серого и зеленовато-серого цвета мощностью от 1,5 до 7 м и более;
- сожско-поозерские флювиогляциальные (fII-III sz-pz) отложения, представленные желтыми, желтовато-серыми и серыми песками от пылеватых до гравелистых с редкими включениями галечного материала мощностью до 19 м;
- поозерские моренные (gIII_{prz}) красно-бурые супеси с гравием и галькой до 15% мощностью 2-4 м;
- поозерские флювиогляциальные (fIII_{prz}) пылеватые пески серовато-желтого цвета мощностью до 0,8 м;
- современные аллювиальные (aIV) отложения (встречаются фрагментарно в тальвегах оврагов), сложенные преимущественно тонко- и мелкозернистыми песками и супесями мощностью 0,15-0,7 м;

- современные делювиальные (dIV) отложения, представленные маломощной (0,2-0,4 м) толщей песчано-супесчаных пород;
- современные техногенные (tIV) образования, представленные насыпными песками различного гранулометрического состава и супесчано-суглинистыми породами, часто гумусированными, с многочисленными включениями строительного мусора из битого кирпича, извести, бетона, древесины и др., суммарной мощностью 1,0-2,5 м;
- современные оползневые отложения (деляпсий), представляющие собой сползшие массы мощностью 0,5-1,5 м и более из поозерских моренных суглинков и сожско-поозерских флювиогляциальных песков попеременно с насыпными грунтами.

В соответствии с особенностями геологического строения, результатами динамического зондирования и лабораторных определений свойств грунтов на участке предполагаемого строительства выделено 15 инженерно-геологических элементов (ИГЭ). Следует отметить, что распространение ИГЭ по разрезу и простиранию весьма неравномерно, наблюдаются частые их выклинивания.

Гидрогеологические условия участка характеризуются наличием грунтовых вод в техногенных грунтах (по песчаным разностям) и горизонтов подземных вод, приуроченных к сожско-поозерским флювиогляциальным пескам и песчаным прослойкам и линзам в толще сожской морены. Последние характеризуются напорами высотой до 1,3 м.

Среди комплекса геологических и инженерно-геологических процессов и явлений на участке проектируемого строительства и прилегающих к нему территориях своей масштабностью и интенсивностью обращают на себя внимание оползни, линейная и боковая эрозии. Так, например, на правом склоне оврага «Гапеевский» на период изысканий было отмечено два «свежих» оползня. Судя по строению («свежая» стенка отрыва), оползни возникли около 1-2 лет тому назад и находятся в весьма нестабильном состоянии. Тела оползней изрыты эрозийными промоинами, достигающими в нижней своей части 5-6 м в ширину и 1,5 м в глубину. Основной причиной возникновения данных оползней, как показали исследования, является сброс в овраг поверхностных вод. Весьма активно оползневые процессы протекают и на левом склоне оврага «Дунай». Свидетельством тому является оползень, возникший 23 августа 2006 г. Образовавшийся вблизи 15-ти этажного жилого дома в условиях проливного дождя этот оползень «съедал» до 50 м³ грунта в час. В результате в течение нескольких часов образовалась выемка глубиной 18-20 м и шириной до 50 м, угрожавшая за короткое время вплотную подойти к фундаменту высотного здания. Возникла опасность для всего жилого дома, и потребовалась эвакуация жителей. Своевременно принятые меры (засыпка выемки 2,5 тыс. м³ доломитового щебня и песчано-глинистых грунтов) позволили избежать катастрофы. В настоящее время поверхность этого склона изрезана промоинами шириной около 0,5 м и глубиной до 1,0 м в верхней его части, и шириной до 2-3 м и глубиной до 2,0 м – в нижней, захламлена бытовым мусором, поваленными деревьями. Кроме того, в нижней

части склона отмечены два небольших по объему оползня, частично перекрывших русло ручья оврага, что вызвало подпор воды вверх по течению. Судя по характеру смещения, оползни произошли в 2010 г.

В относительно благоприятном состоянии находятся левый склон оврага «Гапеевский» (собственно участок проектируемого строительства) и правый склон оврага «Дунай». На этих участках отмечаются, в основном, оползневые террасы возрастом более 20 лет (овраг «Гапеевский», профиль I–I), солифлюкционные оплывины малых объемов (до $1-2 \text{ м}^3$) и эрозионные промоины и рытвины небольших размеров, преимущественно в верхней части склонов.

Весьма интенсивно в руслах овражных ручьев протекает боковая эрозия. Действует она круглогодично, но наибольшая ее интенсивность отмечается в периоды половодий и паводков, когда происходит увеличение расходов и скоростей течения. Уровни в водотоках повышаются над меженными на несколько метров (по данным РУП «Белгипроводхоз» до 4 м), в результате чего затапливаются днища, происходит подмыв и поступательное разрушение правых склонов оврагов. На отдельных участках в основании правого склона оврага «Дунай» отмечается суффозия, связанная с выходами подземных вод, заключенных в сожско-поозерских флювиогляциальных песках.

По результатам изысканий впоследствии на участке размещения аттракциона (левый склон оврага «Гапеевский») методом круглоцилиндрических поверхностей был выполнен расчет устойчивости откоса. В расчете принимались следующие условия: геометрия склона соответствует фактической, уровень подземных вод располагается ниже основания откоса.

Расчеты производились по трем сечениям, соответствующим инженерно-геологическим разрезам I–I, IV–IV, V–V (рис. 1), для различных призм скольжения. Были рассмотрены поверхности скольжения, проходящие по коренным породам грунта, а также в непосредственной близости от кромки откоса. Поиск наиболее опасной поверхности скольжения осуществлялся итерационным методом.

На основании проверочных расчетов было установлено следующее.

1. Рассмотренные в расчете поверхности скольжения в сечениях IV–IV, V–V, проходящие по коренным породам грунта, характеризуются коэффициентом устойчивости (η) более 1,2, что больше требуемого коэффициента надежности (γ_n) равному 1,15, принимаемого согласно СНБ 5.01.01-99 «Основания и фундаменты здания и сооружений».

2. Наиболее опасная поверхность скольжения проходит по линии разреза I–I. Коэффициент устойчивости откоса в этом случае составляет 1,135, соответственно ($\eta < \gamma_n$). Необходимо выполнить укрепление откоса.

3. Спланированный откос с учетом действующей нагрузки характеризуется коэффициентом устойчивости также более 1,2, следовательно ($\eta > \gamma_n$).

В порядке рекомендаций при проектировании и строительстве исследуемого объекта необходимо предусмотреть следующие мероприятия.

1. Учитывая фактическое состояние склона оврага и результаты проверочных расчетов, рекомендуется выполнить по линии I–I планировку склона

с заменой насыпного слоя и оползневой террасы на песчано-гравийную смесь с коэффициентом уплотнения не менее 0,95 и укреплением его поверхности георешеткой «ГЕОСОТ-ПИНЕМА». Данный метод позволит устранить оползневый участок и повысить устойчивость откоса при глубоком сдвиге по коренным породам.

2. По линиям IV–IV, V–V выполнить усиление насыпного слоя склона откоса путем устройства противооползневых сооружений в виде буронабивных свай диаметром 300 мм и длиной 2,5 м, объединенных монолитным ростверком.

3. Для перехвата возможного выхода подземных вод и устранения вероятности образования оползней на границе водоупора рекомендуется устроить дренаж.

ВЛИЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ПУСТОТ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГЕОСРЕДЫ г. ГЮМРИ

Р.К. Гаспарян

Институт геофизики и инженерной сейсмологии НАН РА
Армения, 3115, г. Гюмри, ул. В.Саргсяна 5. E-mail: rolangas@rambler.ru, тел. +37491453555

Современная градостроительная практика испытывает большую потребность в прогнозировании техногенных геологических процессов и явлений, в тоже время проблема прогнозирования на сегодня остается наименее разработанным разделом антропогенной инженерной геологии и геоэкологии.

Анализ некоторых закономерностей размещения современных субтерральных процессов, происходящих на территории города Гюмри после Спитакского землетрясения, позволил установить предварительный перечень основных условий и факторов развития этих процессов: 1) наличие подземных выработок (кяризы, тоннели и др.); 2) распространение мелкодисперсных и легко растворимых грунтов; 3) наличие зон ослабления; 4) суффозионные процессы; 5) естественное и искусственное изменение уровней грунтовых вод; 6) сейсмичность и другие геодинамические процессы. В целом геоэкологическая среда г. Гюмри представляет собой многокомпонентную систему, в состав которой в качестве специфического системообразующего элемента входят подземные горные выработки [1, 5] (рис. 1, 2): кяризы (древние гидротехнические сооружения); подземные выработки, образовавшиеся вследствие выемки строительного материала, бомбоубежища; подземные пути и помещения военного и неизвестного назначения; карсто-суффозионные пустоты.