

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПАРКЕ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
baravik_olga8991@mail.ru*

Оползневые процессы на земной поверхности имеют широкое распространение, как в горных районах, так и на равнинах. Оползни являются одним из самых опасных геологических явлений наряду с извержениями вулканов и землетрясениями. Они представляют опасность не только для инженерных объектов, но и для населенных пунктов, приводят к гибели людей в тех случаях, когда имеют катастрофический характер и не приняты меры для сдерживания этого процесса.

В крупных оползнях массы пород, смещаясь вниз по склону, увлекают с собой здания, дороги и другие сооружения или, наоборот, надвигаются на них. Во всех этих случаях объекты разрушаются.

Под оползнями понимают смещение части горных пород вниз по склону под действием силы тяжести и при участии поверхностных или подземных вод. Образование оползня – результат геологического оползневого процесса, проявляющегося в вертикальном и горизонтальном смещениях масс горных пород вследствие нарушения их устойчивости (равновесия). Горные массы, смещающиеся при оползании, называют телом оползня. Поверхность, по которой происходит смещение, называется поверхностью скольжения или поверхностью оползня [2].

Наиболее часто оползни возникают на склонах, сложенных чередующимися водоупорными и водоносными породами. Смещение крупных масс земли или породы по склону вызывается в большинстве случаев смачиванием дождевой водой грунта, в результате чего он становится более тяжелым и подвижным. Смещение может вызываться также землетрясениями или разрушающей деятельностью моря.

Характерным примером катастрофических последствий может являться Боголюбский монастырь. Проблемы со склоном, на котором находится сооружение, существуют уже длительное время. Известно, что 20 мая 1851 года во время крестного хода в результате оползня обрушился мост. Тогда погибло около 160 человек. Активное развитие суффозионного процесса привело к образованию провала в 2008 году, который продолжал увеличиваться в объеме вплоть до 2015 года.

На территории Беларуси оползневые процессы также распространены. В пределах различных морфологических элементов Беларуси выделяется несколько типов оползней: древние оползни солифлюкционного типа и оползни-течения; современные обвалы-оползни и оползни-течения.

На территории г. Гомеля наблюдается неширокое распространение оползневых процессов на естественных склоновых поверхностях, и приурочено оно в основном к территории Гомельского дворцово-паркового ансамбля.

Долина реки Сож, крутые берега, геологическое строение, геоморфологические особенности рельефа, периодическое переувлажнение, техногенные нагрузки – это далеко не полный перечень факторов, провоцирующих оползневые процессы.

Территория парка представляет собой заповедную зону, кроме того – это историческая, духовная, культурная ценность, которой нет выражения в денежных показателях, и поэтому тема моих исследований является актуальной и своевременной. Парк расположен на правом берегу реки Сож. В пределах парка правый берег крутой, средняя крутизна склонов порядка 70° , высота около 20 м. Негативные процессы сдерживают вековые деревья, плотность насаждений достаточно высокая. Берег в каменном обрамлении, поэтому исключается дальнейшее его интенсивное размытие.

Рассматриваемый южный склон находится в центральной части территории Гомельского дворцово-паркового ансамбля в 80 м от русла реки Сож и в 16 м от замкнутого водоема. Берег реки укреплен, в связи с чем склон изолирован. На верхней плоскости оползня находится беседка, а в 40 м от водораздельной линии здание дворца Румянцевых-Паскевичей.

В литературе обозначено несколько классификаций оползней:

– по генетическому признаку оползни подразделяются: 1) абразионные, вызванные размывом берегов, морей, озер, водохранилищ в результате воздействия волнения; 2) эрозионные, обусловленные подсечкой склонов, речной и овражной эрозией; 3) гидрогенные, вызванные воздействием подземных и инфильтрационных атмосферных вод на породы, которые слагают склон; 4) антропогенные, появляющиеся из-за изменения природных условий при различных видах инженерно-хозяйственной деятельности человека; 5) полигенные, вызванные совместным воздействием различных факторов оползнеобразования;

– по площади оползни подразделяются на небольшие – менее 2500 м^2 ; средние – от 2500 до 10000 м^2 ; крупные – от 10000 до 20000 м^2 ; очень крупные – от 20000 до 100000 м^2 ; огромные – более 100000 м^2 ;

– по глубине захвата пород склона оползни бывают поверхностные – менее 2,5 м; мелкие – от 2,5 до 5 м; неглубокие – от 10 до 20 м; глубокие – от 10 до 20 м; очень глубокие – более 20 м;

– по скорости смещения оползни классифицируют: исключительно быстрое – более 3 м/с; очень быстрое – от 3 м/с до 0,3 м/мин; быстрое – от 0,3 м/мин до 1,5 м/сут; умеренное – от 1,5 м/сут до 1,5 м/мес; медленное – 1,5 м/мес – 1,5 м/год; очень медленное – 1,5 м/год до 0,06 м/год; исключительно медленное – менее 0,06 м/год [2].

Для определения места исследуемого оползня в классификационных группах были выполнены картометрические и морфометрические измерения по топографическому плану масштаба 1:500. В поле были взяты образцы для лабораторного определения физико-механических свойств слагающих оползень пород с разных глубин. Для определения динамических характеристик оползня использованы результаты полевых геодезических измерений, выполненных теодолитом и геодезической рулеткой.

По генетическому признаку рассматриваемый оползень относится к эрозионному, обусловленному подсечкой склонов речной эрозией. Оползень является небольшим, так как его площадь составляет 2400 м^2 . По глубине захвата пород склона он относится к поверхностным – менее 2,5 м. Скорость смещения данного оползня составляет 0,6 см/год, что указывает на очень медленное движение оползневого тела. Скорость определялась инструментально в 2010 г. Репера располагались на расстоянии от 1 до 5 м, из которых 6 были деформационными и 2 опорных. Горизонтальное смещение

($v_2 = 0,3$ см/год) определялось из линейно-угловых измерений, а вертикальное ($v_3 = 0,5$ см/год) из тригонометрического нивелирования.

Для оценки экспериментально полученных данных были выполнены аналитические расчеты. Теоретически скорость была определена как функция от физико-механических свойств грунта и геометрических параметров по формуле (1):

$$v = \sqrt{2gH(1 - ctg\alpha ctg\varphi)}, \quad (1)$$

где H – высота склона, α – крутизна склона, φ – угол внутреннего трения.

Скорость определялась для неблагоприятных условий при отсутствии защитных элементов и составила 21,12 м/с. Она на пять порядков больше экспериментальной.

Вторая количественная характеристика позволяет оценить степень необходимого для равновесия противодействия по формуле (2):

$$N = \frac{\Delta V}{F} \cos \alpha, \quad (2)$$

где V – объем оползневого тела, m^3 ; Δ – объемная масса горных пород, t/m^3 ; α – угол падения плоскости скольжения, град; F – площадь плоскости скольжения, m^2 .

Противодействие равно 3,96 t/m^2 .

Обнаружение и оценка угроз дает возможность определить ущерб от возможного схода грунтовых масс и обосновать необходимость мероприятий по их предотвращению. Если рассматриваемый склон потеряет устойчивость, то это приведет к смещению оползневого тела к его подножью. Длина пути сползающего склона до момента его остановки была определена по формуле (3):

$$L_2 = L_1 \frac{1}{\tan \varphi} (\sin \alpha - \cos \alpha \tan \varphi), \quad (3)$$

где L_1 – работа на наклонной поверхности, L_2 – работа на горизонтальном пути, α – крутизна склона, φ – угол внутреннего трения.

Теоретически высчитанный путь, пройденный обвално-оползневыми массами по горизонтальной поверхности, составил 45,3 м [1].

Для определения физико-механических свойств использовалась одна из наиболее распространенных методик. Из стенки оползня было отобрано 2 образца грунта (песок мелкозернистый и песок пылеватый) методом режущего кольца. Были использованы кольца диаметром 5 и 7 см. В лабораторных условиях образцы были взвешены, после чего была высчитана плотность грунта, которая составила (на поверхности склона песок мелкозернистый, $\rho = 1,60$ г/см³; тело оползня – песок пылеватый, $\rho = 1,91$ г/см³). Плотность высчитывалась по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (4)$$

где m – масса грунта, г; V – объем грунта, см³.

Также определялась влажность образцов с помощью прибора МАС 50 при 120 °С, она составила 9,016 %.

Обнаружение и оценка угроз даёт возможность определить ущерб от возможного схода грунтовых масс и обосновать необходимость мероприятий по их предотвращению. Если рассматриваемый склон потеряет устойчивость, то это приведет к смещению оползневого тела к его подножью. Сход грунтовых масс повлечет за собой полное либо частичное разрушение беседки, находящейся на вершине склона. Уже на данный момент наблюдается подмыв её фундамента, а также трещины на нем.

В непосредственной близости с рассматриваемым объектом находится набережная, которая также может пострадать от обрушения. Таким образом, мониторинг за состоянием склона является необходимой мерой во избежание последствий его обрушения.

На данный момент склон находится в устойчивом состоянии. Это достигается проведением определенных защитных мероприятий, таких как: укрепление бортов реки цементацией, что препятствует воздействию овражной эрозии; высаживание деревьев и другой растительности с разветвленной корневой системой; укрепление склона металлическими штырями; организация серии бортиков из лозы, препятствующих оползанию грунта. Так как определенная скорость смещения по классификации относится к небольшой, то можно сделать вывод об эффективности противооползневых мероприятий проводимых на территории парка. Однако наличие в непосредственной близости исторического комплекса указывает на необходимость продолжать тщательный мониторинг за состоянием склона.

Список литературы

1 Золоторев, Г.С. Методика инженерно-геологических исследований высоких обвальных и оползневых склонов / Г.С. Золоторев, М. Янчин – М. : МГУ, 1980. – 184 с.

2 Климов, О.Д. Практикум по прикладной геодезии. Изыскания, проектирование и возведение инженерных сооружений: учеб. пособие для вузов. Второе изд., стереотипное / О.Д. Климов, В.В. Калугин, В.К. Писаренко. – М.: ИД «Альянс», 2008. – 271 с.