

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОПОЛЗНЕЙ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ПРОНЬКО Нина Анатольевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

КОРСАК Виктор Владиславович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

СЕМЫКИНА Людмила Владимировна, Саратовский филиал АО «ДАР/ВОДГЕО»

Приведены данные о развитии оползневых процессов в Саратовской области, территория которой относится к одной из наиболее оползнеопасной благодаря геолого-тектоническим и гидрогеологическим условиям, глубокой расчлененности рельефа, активной эрозии, климатическим особенностям и антропогенным факторам. Показаны направления решения проблемы снижения негативного воздействия оползней на состояние территорий, главными из которых являются распознавание и оценка угрозы, стабилизация и удержание оползневого массива. Определение оползневой опасности осуществляется на основе данных инженерно-геологических, инженерно-геодезических, гидрогеологических, гидрологических изысканий, метеонаблюдений, мониторинга и моделирования развития оползневого процесса. Для стабилизации грунтовой массив осушают, применяя системы поверхностного стока и глубокого дренирования; уполаживают или рассекают на блоки, изменяют свойства грунта. Для удержания оползневого массива применяют подпорные стены. Приведены результаты мониторинга развития оползня в Октябрьском ущелье г. Саратова, который сформировался в левом обрывистом борту ущелья между обустроенным каптированным родником и ЛЭП-110 кВ. Его ширина по фронту достигает 200 м, длина 150 м, площадь оползневого тела 25–30 тыс. м², общая масса около 0,5 млн т. Оползень тесно связан с участками разгрузки подземных вод, в том числе с Октябрьским родником. Получены расчетные прочностные характеристики грунтов в зоне смещения: по контакту с опоками угол внутреннего трения 36°, удельное сцепление 0,05 т/м²; плотность оползневых накоплений 1,62 г/см³; по контакту с глинами соответственно 10°, 2,5 т/м² и 1,62 г/см³. На их основе определены показатели устойчивости оползневого склона и оползневого давления для зоны активных оползневых деформаций. Коэффициент запаса по расчетным створам составлял 0,99–1,00 в естественном состоянии и 1,05–1,43 с проектными мероприятиями; расчетное оползневое давление 45 тс/м. Предложена система противооползневых мероприятий, включающая в себя устройство удерживающих сооружений из буронабивных свай с ростверком и подпорной стенкой; профилирование склона с устройством контрбанкета; устройство системы поверхностного водоотвода со сбросом воды в придорожный лоток; озеленение откосов посевом трав.

Введение. Одними из самых распространенных опасных геологических процессов (ОГП) являются оползни, под которыми понимают деформацию грунтов, оседание и перемещение вниз по склону горных пород вследствие обводнения. На долю оползней приходится 17 % от общего объема ОГП [3].

Оползневые процессы широко распространены на территории Саратовского Поволжья, особенно вдоль восточного склона Приволжской возвышенности и на склонах долин некоторых рек, балок и оврагов [1, 4]. Этому способствуют геолого-тектонические и гидрогеологические условия, глубокая расчлененность рельефа, активная боковая эрозия, климатические особенности, а также антропогенные факторы. Встречающиеся оползни обычно приурочены к достаточно крутым склонам (более 7–8°), сложенным преимущественно породами нижнего и верхнего мела, реже плейстоцена и плейстоцена, содержащими водоносные горизонты.

Современные оползни морфологически четко выражены. Часто они развиваются отдельными участками на фоне более древних, а также непрерывно тянутся на несколько километров вдоль Волги. Максимальной ширины оползневые участки достигают в районе городов Хвалынского,

Вольска, Саратова, у сел Красный текстильщик, Сосновка, Мордовое, Ахмат, Н. Банновка и др. Ширина оползневых террас местами достигает от 1,5 до 2,0 км [5].

На территории города Саратова насчитывается более 30 оползней, которыми занято 500 га земли, а оползневые склоны составляют 2,5 тыс. га. Оползни приурочены к Соколовогорскому массиву, Лысогорскому плато и Увеку. К числу наиболее опасных в настоящее время относятся Затонский оползневый участок, оползни в Октябрьском и Смирновском ущелье. По таблице «Энергетические классы оползней» оползни Саратова и области классифицируются как «большие» и «очень большие» [7].

Оползневое движение обычно связано с наличием грунтовых вод, переувлажнением обильными осадками, человеческой деятельностью. Непосредственной причиной схода оползней в регионе являются обильные осадки, техногенные процессы (прорывы водоводов, вибрация от транспорта, земляные и взрывные работы).

Оползни опасны тем, что нередко причиняют значительный урон техническим сооружениям всех видов вплоть до полного уничтожения и несут угрозу людям. Поэтому в оползнеопасных районах актуальны специальные противоополз-





невые мероприятия. Все методы инженерной защиты от оползней условно подразделяют на две группы – пассивные и активные [2]. К пассивным относятся: сбор статистических данных о проявлениях и последствиях опасных геологических процессов, картирование (распределение) рисков по территории; регулирование возможных рисков, ограничение введения в оборот земель с высокими рисками; разработка и корректировка строительных норм и правил на основе анализа и изучения проявления ОГП; развитие методик распознавания угроз, оценка, картирование рисков на основе мониторинга процессов и состояния сооружений. Активными методами являются: изменение рельефа местности, организация стоков, перераспределение и укрепление грунтовых и скальных массивов, изменение русел; строительство регулирующих сооружений; строительство защитных сооружений. Для надежной защиты от оползневой опасности при строительстве и эксплуатации объектов инфраструктуры обе группы методов применяются в большинстве случаев в комплексе.

В процессе противооползневой защиты решаются следующие задачи: распознавание и оценка угрозы; стабилизация оползневого массива; удержание оползневого массива [3].

Для выявления оползневой опасности проводят оценку активности оползня (вычисление коэффициента устойчивости), вычисляют объем и траекторию движения грунтовых масс. Для этой цели выполняют инженерно-геологические, инженерно-геодезические, гидрогеологические, гидрологические изыскания, метеонаблюдения, моделирование развития грунтовых процессов, а также мониторинг ОГП. Последний предназначен для сбора и анализа информации о состоянии геологической среды территории в полосе воздействия на объекты инфраструктуры.

Для стабилизации грунтовой массив осушают, уполаживают и/или рассекают на блоки, изменяют свойства грунта. Для осушения применяют системы поверхностного стока и глубокого дренирования. Оптимальным средством стабилизации оползневого массива во многих случаях является устройство восходящих дренажных прорезей или дренирующих контрфорсов в подошве массива, рассекающих оползневое тело. Эффективность рассечения тем выше, чем выше связность грунта. В некоторых случаях прибегают к изменению свойств опасного грунта, вплоть до его полной замены на привозной грунт с заданными характеристиками. Это дорогой метод, требующий дополнительных затрат на защиту от эрозии, нарезку на склоне террас для техники и последующего их укрепления. Для стабилизации массива нередко используются пропитки грунта полимерными (акрил и т.п.), силикатными (жидкое стекло), битумными и другими составами.

Для удержания оползневого массива применяют подпорные стены – разнообразные инженерные сооружения (габионные конструкции,

железобетонные стенки, уголковые стенки с дополнительным креплением анкерами, подпорные стенки на буронабивных сваях и др.).

Методика исследований. В изучаемом оползневом районе выявлялись: геологическое строение, гидрогеологические условия, геоморфологические особенности, характер питания склона поверхностными и подземными водами, характер конфигурации и нагруженности склона; физико-механические свойства горных пород. Для обоснования противооползневых мероприятий на изучаемом оползневом участке были использованы результаты инженерно-геологических изысканий, выполненных АО «ДАР/ВОДГЕО» и геофизических исследований, проведенных ФГУП НВ НИИГГ. Климатическая характеристика изучаемого района определена по данным Саратовской метеостанции с учетом СНиП 23-01-99 («Строительная климатология»).

Прочностные характеристики грунтов определяли в границах зоны активных оползневых деформаций, по плоскости скольжения, выделенной изысканиями. Определение прочностных характеристик грунтов, залегающих в зоне смещения, определяли в два этапа. На первом этапе, методом построения равнопрочного откоса (метод F_p Н.Н. Маслова), с учетом лабораторных исследований подбирали такие характеристики грунтов, при которых расчетный профиль примерно совпадал с естественным. При данном расчете полученные расчетные характеристики грунтов являются осредненными с учетом влияния фильтрационного давления подземных вод, залегающих в оползневой толще. На втором этапе с помощью программы «AKNARKLOG» в расчетной оползневой схеме определяли расчетные характеристики грунтов при определенном уровне подземных вод, соответствующие предельному состоянию склона. Эти характеристики приняты при расчетах устойчивости оползневого склона и оползневого давления для зоны активных оползневых деформаций. Блок-программа позволяет получить графическое изображение схемы исследуемого склона, отражающего геологическое строение, физико-механические характеристики свойств грунтов, слагающих склоновый массив, характеристики зоны деформации. Результатом расчета была количественная оценка степени устойчивости склона, выраженная через коэффициент запаса $K_{уст}$.

Для оценки общей устойчивости склона были выполнены расчеты по трем основным расчетным створам: ПК-2 (геологический разрез I–I), ПК-5 (геологический разрез II–II) и ПК-8 (геологический разрез III–III). Кроме того, были выполнены проверочные расчеты устойчивости склона для участков расположенных выше удерживающих сооружений (предотвращение «перетекания» оползневых масс через противооползневые сооружения).

Результаты исследований. Объектом исследований был оползень, расположенный



в Октябрьском ущелье Фрунзенского района г. Саратова [6]. Он сформировался в левом обрывистом борту ущелья между обустроенным каптированным родником и ЛЭП-110 кВ. Западная граница совпадает с тальвегом, в котором расположены каптажные сооружения Октябрьского родника. Восточная граница оползня проходит в 50 м к западу от ЛЭП-110, параллельно линии электропередач. Ширина оползня по фронту достигает 200 м. Длина оползня от тылового шва до окончания фронтального языка составляет 150 м, площадь оползневого тела – 25–30 тыс. м², общая масса около 0,5 млн т. Оползень тесно связан с участками разгрузки подземных вод, в том числе с Октябрьским родником. Свежие оползневые трещины отрыва веером расходятся от тальвега с каптажными сооружениями в восточном направлении, закладываясь от уровня разгрузки подземных вод в роднике. Изучаемый оползень начал активно проявляться с лета 2004 г. Подвижки оползня оборвали водоводную трубу диаметром 200 мм, проложенную из города до санатория «Октябрьское ущелье». Оползень имеет выраженные зеркала скольжения со швами и бороздами трения. В случае дальнейшего переувлажнения оползневые массы способны к дальнейшему движению, что может привести к перекрытию автодороги, разрушению придорожных коммуникаций и прочих сооружений. Расширение оползня по фронту может привести к возникновению прямой угрозы ЛЭП-110 кВ.

Климат зоны исследований – континентальный. Зима длится 4–5 месяцев. Наибольшая за зиму высота снежного покрова: средняя – 93 см, максимальная – 137 см, минимальная – 61 см. Безморозный период продолжается 140–160 дней. Количество осадков, выпадающих за ноябрь–март, – 159 мм, за апрель–октябрь – 292 мм. Ливни интенсивные, продолжительностью менее 1 ч.

Разрез оползневой системы сложен меловыми, палеогеновыми и четвертичными отложениями. В пределах изучаемого оползневого тела наиболее древними являются отложения сеноманского яруса верхнего отдела меловой системы (K_2s). Эти отложения вскрыты в нижней части оползня и днище Октябрьского ущелья. Отложения представлены песчаной пачкой, их мощность в среднем 30–40 м. Над сеноманскими отложениями залегает сантон-кампанский и маастрихтский ярусы верхнемеловой системы. Сантон-кампанский ярус (K_2st-K_2km) вскрыт большинством скважин на оползневом массиве. Отложения этого яруса представлены равномерно переслаивающимися глинами, опоками, опоконидными глинами и мергелями. Мощность отложений – от 8–10 м (в языке оползня) до 20–25 м в верхней части. Кампанский ярус (K_2km) представлен глауконитовым песчаником с тонкими прослоями алевритов. Мощность яруса на оползневом участке 7,0–7,5 м. Плотные породы песчаников кампанского яруса служат во-

доупором Октябрьского родника в западной части оползня и основанием современного интенсивного развития оползня. Маастрихтский ярус (K_2m) представлен глинистой пачкой. По высокопластичным глинам данного яруса образуются оползневые зеркала скольжения, которые формируются по трещинам и плоскостям ослабления в грунтовом массиве.

Образования современного оползня (dpsQIV) представлены щебнем опоки с дресвой и суглинком, глыбово-щебенистым грунтом из опоки, суглинком щебенистым, суглинком с включением почвы и щебня. В основании оползня встречаются перемятые глины с примесью щебня и дресвы. Вся толща оползневых грунтов мощностью от 4–7 м в языке оползня и до 12,0–12,5 м сильно разуплотнена. Оползневые массы рассечены многочисленными открытыми и присыпанными щебнем опоки трещинами отрыва и растяжения. В средней части оползня и вдоль существовавшего водопровода грунт переувлажнен.

Изучаемый оползень приурочен к юго-восточному склону Лысогорского массива, породы которого содержат сызранский (P_1sz) и сантон-кампанский (K_2st-K_2km) водоносные горизонты.

Водоупором сызранского водоносного горизонта служит мощная толща высокопластичных мергелистых глин маастрихтского яруса (K_2m). Движение подземных вод происходит к периферийным частям массива в сторону р. Волги, р. Латрык и овражно-балочным понижениям (ущельям), где и происходит их разгрузка в виде многочисленных каптированных родников. Вода сызранских отложений пресная, гидрокарбонатно-сульфатно-натриевая с сухим остатком 0,24–0,5 г/дм³, используется для водоснабжения и дренируется врезанными отвержками Октябрьского ущелья.

Водообильность сантон-кампанских отложений в целом низкая, так как от вышележащего сызранского водоносного горизонта его отделяет мощная толща мергелистых глин маастрихта, которая препятствует перетоку в низлежащие породы. Зона питания подземных вод рассматриваемого горизонта сильно ограничена, а Октябрьское ущелье, врезаясь в породы данного комплекса, его дренирует. Как показали исследования, врезанная с западной стороны оползня глубокая ложбина, по которой происходит большая часть стока Октябрьского родника, частично дренирует воды рассматриваемого водоносного горизонта.

Таким образом, в формировании подземных вод, насыщающих оползневое тело и служащих (наряду с порывом водопровода город – санаторий «Октябрьское ущелье») первопричиной оползнеобразования, принимают участие водоносные горизонты сызранского и сантон-кампанского возраста.

В настоящее время в оползневом теле сформировался единый слабодоносный горизонт грунтовых вод, который повторяет поверхность

зеркала скольжения оползня и выклинивается в левобережном склоне Октябрьского ущелья по кровле кампанских песчаников. Ступенчатый профиль оползня с межоползневыми западинами создает благоприятные условия для аккумуляции атмосферных осадков и беспрепятственной их фильтрации сквозь рыхлое тело оползневых масс до водоупорных глин маастрихтского яруса и плотных кампанских песчаников. Коэффициент фильтрации оползневых масс изменяется от 1,5–2,0 до 20–30 м/сут. (щебенисто-глыбовый грунт). Замеренный дебит Октябрьского родника в момент активизации оползня изменялся от 1,6 до 1,8 м³/ч. Коэффициент фильтрации водоносных пород, рассчитанный по формуле Форхгеймера по скорости восстановления уровня воды в скважинах и лабораторным определениям: суглинков щебенистых 1,5–2,3 м/сут., глины с примесью щебня – 0,4–0,46 м/сут.

Устойчивость склонов и их оползнеопасность в значительной степени зависит от трещиноватости и анизотропии пород. Глины и мергелистые глины исследуемого массива относятся к потенциально оползнеопасным породам. Это обусловлено тем, что порода разбита системой трещин ослабления; мергели относятся к быстроразмокаемым породам, при их увлажнении в массиве стенки трещин покрываются «омыленной» очень скользкой глинистой пленкой, порода по таким трещинам быстро теряет сцепление, что при определенных условиях, например, порыве водопроводящих коммуникаций, будет достаточно для начала движения грунтовых масс (как это и произошло на исследуемом участке). Кроме того, в массиве с такой трещиноватостью и высокой степенью пустотности уже при уклоне 0,01 возможно возникновение турбулентного течения воды в трещинах.

Прочностные характеристике грунтов определяли в границах зоны активных оползневых деформаций по плоскости скольжения, выделенной изысканиями.

В табл. 1 приведены расчетные прочностные характеристики грунтов в зоне смещения, полученные по результатам расчетов.

Данные характеристики приняты при расчетах устойчивости оползневого склона и оползневого давления для зоны активных оползневых деформаций, которые приведены на рис. 1 и в табл. 2.

В соответствии с расчетным оползневым давлением первое удерживающее сооружение состоит из сорока буронабивных свай (бетон В22.5, F150, W4), устраиваемых в два ряда в шахматном порядке с расстоянием между рядами свай 2,5 м, в ряду – 2,5 м. Длина свай 20,2 м, расчетный диаметр 1200 мм. Поверху свайное поле омоноличивается железобетонным ростверком длиной 51,1 м, толщиной 80 см и шириной 500 см. Ростверк делится на отдельные секции, разделяемые температурно-осадочными швами. Длина секций 10,0 м. Для предотвращения возможного перетекания локальных оползней через удерживающее сооружение и для увеличения объема контрбанкета на ростверке устраивается подпорная стенка из монолитного железобетона высотой 2,0 м. Ширина стенки в основании 60 см, в верхней части – 30 см, длина стенки – 51,35 м. Для отвода грунтовых вод за подпорной стенкой предусмотрено устройство застенного дренажа в виде двухслойной призмы. Выпуск грунтовых вод происходит через дренажные выпуски из полиэтиленовых труб диаметром 63 мм, заложенных в основании стенки с шагом 3,0 м. Грунт тела контрбанкета за подпорной стенкой выполняется из песчаного грунта, а верх ростверка из местного грунта с уплотнением с $K_{упл} \geq 0,95$. Поверхность контрбанкета закрепляется посевом трав по слою растительного грунта толщиной 15 см. Отвод поверхностных вод с поверхности контрбанкета осуществляется в лоток из сборных железобетонных элементов-лотков. Сброс воды из водоотводящего лотка осуществляется в придорожный лоток.

Заключение. На основании вышеизложенного можно заключить следующее. Наличие оползневых процессов на территории Саратова и области – процесс постоянный, который обусловлен совокупностью геологических, морфологических и гидрогеологических особенностей. На примере изучаемого оползня показано, что в геологическом строении склонов отмечается наличие пород песчано-глинистого состава большинства геологических возрастов от древних коренных пород юрского и мелового возраста до современных отложений четвертичной системы; коренные породы характеризуются повышенной трещиноватостью с ослабленными прочностными параметрами. Кроме того, образованию оползней способствует высотность до 120 м и

Таблица 1

Расчетные прочностные характеристики грунтов в зоне смещения

Расчетные прочностные характеристики грунтов	В зоне смещения по контакту	
	с опоками	с глинами
Угол внутреннего трения, °	36	10
Удельное сцепление, т/м ²	0,05	2,5
Плотность оползневых накоплений, г/см ³	1,62	1,62



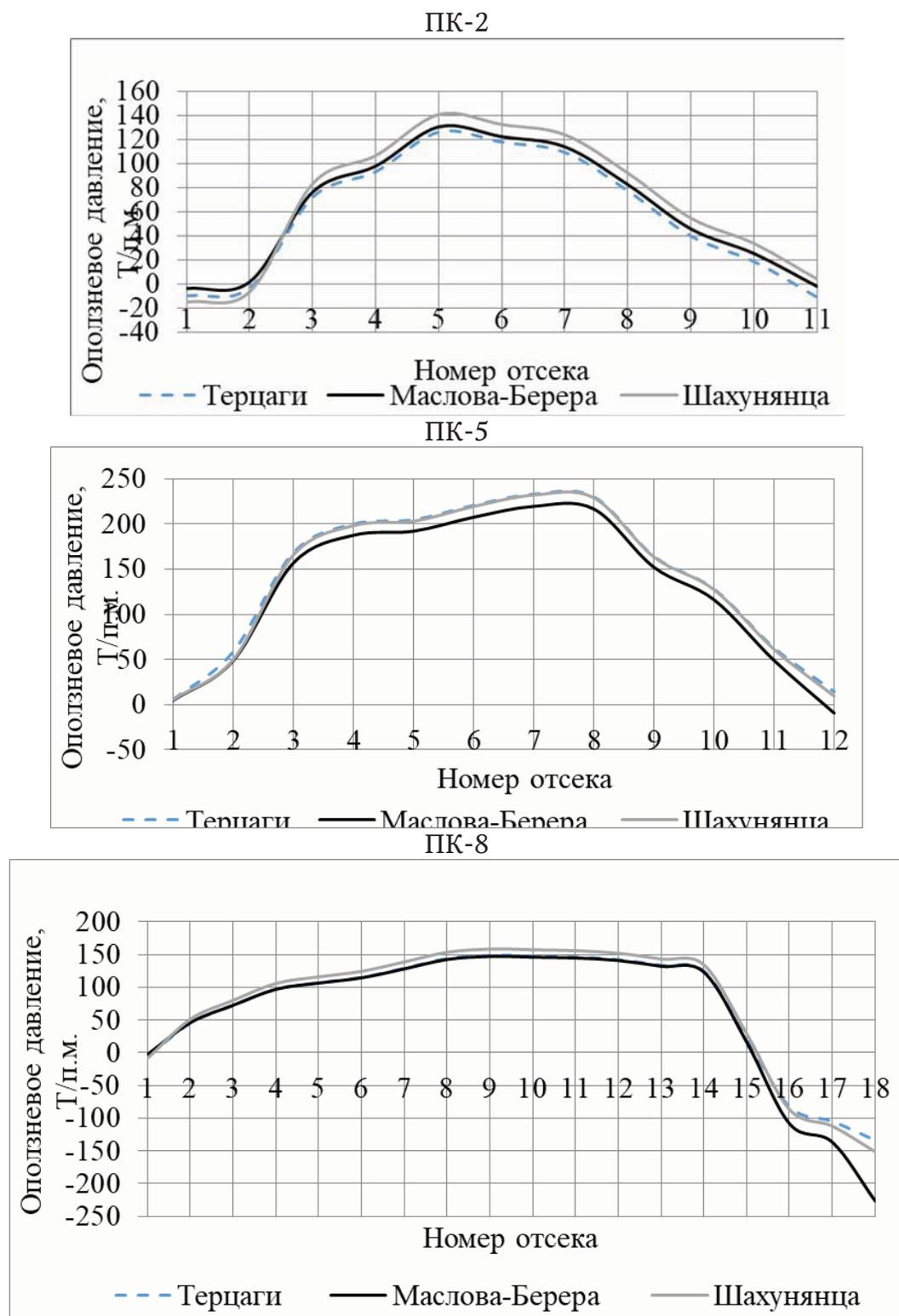


Таблица 2

Количественная оценка степени устойчивости склона

Расчетный створ	Коэффициент запаса $K_{уст}$ по методу			
	Терцаги	Маслова-Берера	Шахунянца	Усредненный
В естественном состоянии				
ПК-2	1,0229	1,0036	0,9932	1,00
ПК-5	0,9795	1,0108	0,9873	0,99
ПК-8	1,0229	1,0036	0,9932	1,00
С проектными мероприятиями				
ПК-2	1,1907	1,1158	1,2957	1,2007
ПК-5	1,0405	1,0977	1,0583	1,06 (без срезки)
ПК-8	1,4199	1,4851	1,3866	1,43
ПК-8	1,3181	1,4570	1,2743	1,35

значительная крутизна до 45° склонов как Соколовогорского, так и Лысогорского массива. На устойчивость склонов отрицательно действуют водоносные горизонты, приуроченные к пескам, трещиноватым глинам, опокам.

Периодическая активизация оползневых процессов неизбежна и зависит от погодных условий каждого конкретного года, что определяет необходимость борьбы с оползневой опасностью. Для ее успешной реализации необходимы мониторинг развития оползневого процесса, обеспечивший распознавание и оценка угрозы, определение показателей устойчивости склона и оползневого давления для зоны активных оползневых деформаций, на основе которых была рассчитана система стабилизации и удержания оползневого массива. В нее вошли устройство удерживающих сооружений из буронабивных свай с ростверком и подпорной стенкой; профилирование склона с устройством контрбанкета; устройство системы поверхностного водоотвода со сбросом воды в придорожный лоток; озеленение откосов посевом трав.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемьев С.А., Еремин В.Н., Иванов А.В. Комплексный геоэкологический анализ / под ред. А.В. Иванова. – Саратов, 2003. – 248 с.
2. Инженерная защита оползневых склонов: обзор решений и материалов. – Режим доступа: <http://UCCR.Su>news>articles>.
3. Инженерная защита. Оползни. – Режим доступа: <http://www.alcomp.ru>Проектирование>.
4. Кузин А.Г. К вопросу о классификации факторов

оползневой опасности на урбанизированных территориях (на примере г. Саратова) // Геологи XXI века: материалы VII Всерос. науч. конф. студ., асп. и молодых спец. – Саратов, 2006. – С. 119–120.

5. Оползни в Саратовской области. – Режим доступа: <http://www.travelshunters.ru>study-167-1>.

6. Применение геофизических методов для решения инженерно-геологических задач при исследовании оползневых процессов в Октябрьском ущелье города Саратова / О.Д. Смилевец [и др.] // Известия Саратовского университета. – 2007. – Т. 7. Сер. Науки о Земле. – Вып. 2. – С. 54–60.

7. СП 436.1325800.2018 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от оползней и обвалов. Правила проектирования.

Пронько Нина Анатольевна, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Инженерные изыскания, природообустройство и водопользование», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Корсак Виктор Владиславович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Инженерные изыскания, природообустройство и водопользование», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Семькина Людмила Владимировна, инженер, Саратовский филиал АО «ДАР/ВОДГЕО», магистрант, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-63.

Ключевые слова: оползневый процесс; оползневая опасность; стабилизация оползневого массива; удержание оползневого массива; система инженерных противооползневых мероприятий.

THE SOLUTION OF LANDSLIDE PROBLEMS IN THE SARATOV REGION

Pronko Nina Anatolyevna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair “Engineering Surveys, Environmental Engineering and Water Management”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Korsak Victor Vladislavovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair “Engineering Surveys, Environmental Engineering and Water Management”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Semykina Lyudmila Vladimirovna, Engineer, Saratov branch of JSC “DAR/VODGEO”, Magistrand, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: landslide process; landslide hazard; stabilization of the landslide massif; retention of the landslide massif; system of engineering anti-landslide measures.

They are presented data on the development of landslide processes in the Saratov region, the territory of which is one of the most landslide hazardous due to geological, tectonic and hydrogeological conditions, deep rugged terrain, active erosion, climatic features and anthropogenic factors. The directions of solving the problem of reducing the negative impact of landslides on the condition of territories are shown, the main of which are identification and assessment of the threat, stabilization and retention of the landslide massif. The landslide hazard is determined on the basis of geotechnical, geodetic, hydrogeological, hydrological surveys, weather observations, monitoring and modeling of the landslide process. To stabilize the landslide, its body is

drained using a surface runoff system and deep drainage. Then the landslide surface is level off or cut into blocks, ground properties are changed. To hold the landslide massif, retaining walls are used. The results of monitoring the development of a landslide in the October gorge of the city of Saratov, which was formed on the left steep side of the gorge between the equipped spring and the 110 kV transmission line, are presented. Its width along the front reaches 200 m, length 150 m, landslide body area 25-30 thousand m², total weight about 0.5 million tons. The landslide is closely related to the areas of groundwater outlet, including the Oktyabrsky spring. The calculated strength characteristics of soils in the displacement zone were obtained: on contact with calcareous loams, the angle of internal friction is 36°, specific adhesion is 0.05 t/m²; landslide body density 1.62 g/cm³; on contact with clay, respectively, 10°, 2.5 t/m² and 1.62 g/cm³. Based on them, the stability indices of the landslide slope and landslide pressure for the zone of active landslide deformations are determined. The safety factor for the calculated transections was 0.99-1.0 in the natural state and 1.05-1.43 with design measures; design landslide pressure 45 tf/m. A system of anti-landslide measures is proposed. It includes the installation of retaining structures from bored piles with grillage and retaining wall; slope profiling with the construction of a counter-banquet; the device of the surface drainage system with the discharge of water into the roadside tray; landscaping of slopes by sowing herbs.

