

ТЕХНОГЕННЫЕ ОПОЛЗНИ В ОВРАЖНО-БАЛОЧНЫХ СИСТЕМАХ САРАТОВА (НА ПРИМЕРЕ ГЛЕБУЧЕВА ОВРАГА)

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия
e-mail: sheshnev@inbox.ru*

Рассматриваются техногенные оползни, появление которых связано с хозяйственной деятельностью, развитие на склонах сохранившегося в трансформированном виде в центральной части г. Саратова овражно-балочного комплекса — Глебучева оврага. В результате развития оползневых процессов происходит деформация зданий и сооружений, что создает реальную угрозу жизни населения. Проведены мониторинговые обследования (маршрутные наблюдения, инженерно-геологические и экологические изыскания). Ретроспективный анализ архивных картографических материалов позволил проследить развитие овражно-балочного комплекса в исторической динамике. Геолого-геоморфологические условия территории благоприятны для развития опасного процесса, но ключевым фактором служит антропогенный: добыча суглинков и глин, подрезки склонов, обводнение и сброс бытовых вод, пригрузка и застройка склонов. Противооползневые мероприятия должны сопровождаться комплексной рекультивацией земель овражно-балочного комплекса с переустройством склонов и их закреплением растительностью, дренажом поверхностных и подземных вод. Рекомендуется долину Глебучева оврага превратить в рекреационную парковую зону с выходом к набережной Волгоградского водохранилища.

Ключевые слова: техногенные оползни, овражная эрозия, техногенные овраги, Саратов.

DOI: 10.7868/S0435428117030038

Введение

Геолого-геоморфологические и ландшафтные условия города Саратова благоприятствуют развитию комплекса экзогенных процессов. На восточном макросклоне Приволжской возвышенности, особенно в береговой зоне Волгоградского водохранилища, широко распространены овражная эрозия и оползневые процессы.

Природные факторы и закономерности развития овражной эрозии в Саратовском Поволжье изучены достаточно полно [1]. В последние годы акценты смещаются к рассмотрению овражно-балочных комплексов как элемента ландшафтно-экологического каркаса и градопланировочной структуры Саратова [2, 3]. Оползневые процессы на территории города изучаются достаточно давно, но до настоящего времени единственным обобщающим трудом служит монография И.С. Рогозина и Г.В. Дунаевой [4].

Городские техногенные овраги подразделяются на *урбоовраги* — вошедшие в пределы населенных пунктов при расширении их границ, и *урбаногенные* — возникшие в результате хозяйственной деятельности на территории поселения [5]. Современной активной линейной эрозии на застроенной территории Саратова практически не происходит, и большая часть эрозионных форм — урбоовраги. Урбаногенные овраги, как правило, невелики в своих размерах и оперативно уничтожаются местными жителями или соответствующими муниципальными органами.

Техногенные (антропогенные) оползни разделяются на *собственно техногенные*, которые не могли бы образоваться без техногенного воздействия, и *природно-техногенные* — оползни природного генезиса, активизированные техногенным воздействием [6].

Антропогенный фактор на урбанизированных территориях не только способствует, но зачастую выступает главным фактором активизации овражной эрозии

и сопутствующих ей процессов [7, 8]. Овраги и оползни зачастую развиваются сопряженно. Механизм и факторы развития мелких оползней, как правило, не учитываются и не анализируются, хотя ущерб от них очевиден [9, 10]. В данной работе рассматриваются техногенные оползни, развитые на склонах урбооврагов в центральной части г. Саратова.

Материалы и методы

Материалы исследования получены в ходе мониторинговых обследований овражно-балочных систем на территории Саратова. Наряду с маршрутными наблюдениями в разные годы повелись инженерно-геологические и экологические изыскания. При интерпретации данных применен метод ретроспективного анализа архивных картографических материалов, позволивший проследить развитие овражно-балочного комплекса в исторической динамике.

Результаты и обсуждение

На территории Саратова около 2650 га земель оползнеопасны, в том числе к категории действующих относится около 500 га [11]. По своему геоморфологическому положению большинство оползней приурочено к береговой полосе Волгоградского водохранилища и склонам Соколовгородского, Лысогородского и Увекского массивов. По своему генезису данные оползни имеют природно-техногенный характер.

В центральной части Саратова на склонах антропогенно-трансформированных овражно-балочных комплексов развиты техногенные оползни. Большая часть оврагов засыпана. До настоящего времени в рельефе выражена долина крупного Глебучева оврага. За десятки и сотни лет ряд отвершков уничтожен, изменена морфология бортов и днища оврага, его продольный и поперечный профиль, сформированы многометровые толщи насыпных и намывных отложений.

По картографическим материалам с 1810 г. по настоящее время установлены изменения планового рисунка овражно-балочного комплекса, сопровождающиеся уменьшением его площади и длины эрозионных форм. Уже к середине XIX в. засыпан ряд небольших отвершков оврага. К концу XIX в. из-за отсыпки грунта на склоны и сооружения дамб значительно сужается долина в средней её части. К середине XX в. засыпаны и застроены все правосторонние отвершки; левосторонние притоки сохранились лишь в своих нижних частях и в верховьях – на крутых склонах Соколовой горы. Продолжалось активное освоение под застройку средней части долины оврага. Во второй половине XX в. в русле Глебучева оврага проложен общегородской ливневый коллектор с выходом в Волгоградское водохранилище. При инженерной подготовке территории вдоль тальвега оврага накопились толщи намывных грунтов.

К настоящему времени морфологически четко выражены лишь верховья оврага (неудобья между кладбищем и Ботаническим садом) и его приустьевая часть с крутыми, трудно осваиваемыми склонами. Фрагментарно прослеживаются элементы овражно-балочного рельефа в средней части овражно-балочного комплекса и на месте крупных левосторонних притоков. Современная длина Глебучева оврага около 6 км, ширина местами до 200 м, глубина до 15 м.

Уже в XIX в. проблема укрепления бортов Глебучева оврага стояла весьма остро. Городские власти пытались запретить селиться и даже выселять жителей из оврага, но все меры были безрезультативными. Обитатели домов укрепляли склоны доступными им способами (рис. 1).

Для территории овражно-балочного комплекса Глебучева оврага характерно повсеместное распространение насыпных грунтов, которые подстилаются четвертичными отложениями, а также алевроитами и глинами альбского и аптского ярусов. Прогрессирующее подтопление способствовало формированию горизонта грунтовых вод



Рис. 1. Укрепление бортов одного из отвершков Глебучева оврага. Фото начала XX в. [12]

на уровне до трех метров от поверхности. В ряде случаев воды разгружаются на склонах оврага, провоцируя заболоченность.

В условиях трансформированных рельефа и геологической среды возникает комплекс опасных процессов. Рассмотрим наиболее крупные техногенные овражные оползни в центральной части Саратова (рис. 2).

Оползень Пугачевского поселка приурочен к левостороннему отвершку Глебучева оврага в районе 1-го Магнитного проезда. Длина оползня по оси смещения составляет 20 м, ширина вдоль склона до 150 м, площадь участка 3 тыс. м², объем смещенных пород до 50 тыс. м³.

К середине XX в. склоны отвершка были спланированы и застроены. Из-за аварии на водяной колонке в течение трех месяцев 1995 г. происходила утечка воды, которая направлялась вниз к тальвегу оврага. Увлажненный склон потерял устойчивость, начались подвижки грунта. Оползневые смещения привели к разрыву силового кабеля, газопровода и водопровода, частичному разрушению двух жилых домов по ул. Крайней.

Противооползневые сооружения в виде вертикальных дренажных колодцев построены в 2002 г. Склон отсыпан щебнистым материалом. Наблюдается медленное движение рыхлого материала на незадернованных склонах и мелкий ручейковый размыв. Автодорога по ул. Крайней проходит вдоль стенки срыва, и на нее местные жители складировали бытовой мусор, тем самым пригружая и увлажняя склон. Около колодцев произрастает влаголюбивая растительность, фиксирующая повышенное увлажнение склона. В настоящее время оползень характеризуется устойчивым равновесием, которое может нарушить техногенный фактор. Необходимы реконструкция противооползневых сооружений для повышения эффективности отведения поверхностного стока, а также ликвидация пригрузки выположенного склона бытовым мусором.

Оползень улицы Посадского, расположенный в средней части Глебучева оврага между улицами Соборной и Рогожина, вытянут вдоль левого борта на 700 м. Базисом смещения служит тальveg оврага, площадь оползневого участка 30 тыс. м², объем смещенных пород до 100 тыс. м³. Последние крупные оползневые смещения, вызванные аварийными утечками на магистральном водопроводе, отмечались весной 1999 г., в результате чего отселены два дома частного сектора.

В настоящее время тело оползня задерновано, покрыто кустарником, оплывин не отмечается. Восточный фланг оползня стабилизирован за счет отсыпки грунта в тальвег оврага и строительства гаражей в притальвежной зоне, которые выполняют роль



Рис. 2. Схема расположения техногенных овражных оползней

1 – пос. Пугачевский, 2 – ул. Посадского, 3 – левый борт оврага, 4 – ул. Вальная

контрфорса. Прибровочная часть склона плотно застроена домами частного сектора без прогрессирующих деформаций строений.

Оползень находится в стадии равновесия. Активизация процесса возможна в результате техногенных воздействий, таких как утечки из водопроводящих коммуникаций, подрезки основания склона, пригрузка прибровочной поверхности новыми строениями.

Оползень левого борта оврага. В апреле 2010 г. произошло оползневое смещение на левом борту в приустьевой части Глубучева оврага. Длина оползня по оси смещения 50 м, ширина 30 м, глубина зеркала скольжения 3–5 м, объем смещенных отложений до 5 тыс. м³. Причина активизации оползневого процесса – сброс бытовых вод на склон оврага из частных домовладений в период весеннего снеготаяния. Южная сторона жилого деревянного дома № 237 на улице Глубучев овраг нависла над формирующейся стенкой срыва. Горизонтальные и вертикальные смещения фундаментов и стен этого дома достигали 0,5 м и, учитывая риски для населения, произведено отселение жителей.

В настоящее время склон от жилого строения до тальвега оврага разбит системой оползневых трещин. В зону оползневой опасности попадают расположенные рядом здания. Борьба с оползнями на данном участке, характеризующемся значительным распространением обводненных рыхлых отложений, может быть эффективной лишь при ликвидации ветхий домов частного сектора, выносе водонесущих коммуникаций и переустройстве склона путем выполаживания и террасирования.



Рис. 3. Оползень в районе ул. Вальной, дом № 64

А — стенка срыва (2010 г.), Б — засыпка оползневого тела грунтом и планировка склона (2011 г.)

Оползень улицы Вальной расположен в приустьевой части правого борта Глебучева оврага. Большинство зданий частного сектора, расположенных по ул. Вальной, в разной степени испытывают деформации по причине неустойчивого состояния бортов оврага, сложенных рыхлыми насыпными грунтами и четвертичными суглинками. Борт оврага задернован, покрыт кустарником, увлажнен и повсеместно захламлен мусором.

В 2010 г. испытал оползневые смещения склон в районе дома № 64 по ул. Вальной. Высота борта оврага составляет 10–12 м над его засыпанным и выровненным днищем. В мае 2010 г. около бровки склона сформировалась оползневая трещина с глубиной захвата пород 4–5 м. К сентябрю головная часть оползня продвинулась на 14–15 м и достигла западной стены жилого двухэтажного дома. Стенка срыва достигала высоты 4–5 м, площадь оползня — 400 м², объем смещенных пород — до 2 тыс. м³ (рис. 3А).

Чехол насыпных отложений, служащих основанием фундаментов малоэтажных построек, смещается благодаря обводнению склона при аварийных утечках из магистральной теплотрассы и неорганизованному сбросу бытовых вод на борта оврага.

Еще одним фактором служит подрезка основания склона при обустройстве площадки под складирование пескосоляной смеси в днище оврага. В целях ликвидации этих последствий городскими службами Саратова в 2010–2011 гг. проводилась засыпка оползневого тела грунтовым материалом, что лишь еще больше пригружает склон и создает условия для дальнейшего проявления склоновых процессов (рис. 3Б).

Оползень на участке Валовая, 64 относится к категории действующих. В настоящее время отмечается осадка песчаной насыпи по линии бровки срыва засыпанного оползня. По оползневым трещинам проходят малоамплитудные блоковые смещения, в том числе непосредственно под домом. Учитывая планы реконструкции общегородского ливневого коллектора в тальвеге Глебучева оврага и наличие территориальных ресурсов, для предупреждения развития оползневых процессов рационально предусмотреть расчистку от мусора правого борта оврага вдоль улицы Валовой и его выполаживание с организацией стока поверхностных вод.

Таким образом, ключевыми факторами, способствующими образованию оползней по бортам оврагов, служат:

- *литологические*: склоны оврагов слагаются насыпными грунтами и слоистыми четвертичными отложениями с пониженными прочностными свойствами;
- *гидрогеологические*: наличие четвертичных и нижнемеловых водоносных горизонтов, прогрессирующее подтопление;
- *геоморфологические*: трансформация высоты и крутизны бортов оврагов, засыпка эрозионных форм и развитие суффозии в насыпных грунтах;
- *техногенные*: обводнение оползнеопасных зон, нарушение путей стока при планировке приовражных земель, пригрузка склонов.

Оползни на бортах Глебучева оврага по механизму смещения относятся к типу вязкопластических, подтипу оползней-потоков. Геолого-геоморфологические условия территории благоприятны для развития опасного процесса, но ключевым фактором служит антропогенный. Нередко жилые дома буквально нависают над бортами эрозионных форм. Для их укрепления местные жители применяют сваи и отсыпки грунта на склоны оврага, в результате увеличивая их пригрузку. Очевидно, оползневые процессы будут продолжаться, создавая серьезные проблемы для сохранности зданий и сооружений.

Оползни Пугачевского поселка и ул. Посадского находятся в стадии равновесия, на участках левого борта и ул. Валовой относятся к категории действующих.

Выводы

Как показывает длительная история природопользования, на территории заовраженных земель в центральной части Саратова профилактические противооползневые мероприятия местными жителями никогда не выполнялись. Причинами возникновения оползней по бортам оврагов служили добыча суглинков и глин, подрезки склонов, обводнение и сброс бытовых вод, пригрузка и застройка склонов. Здесь необходимы активные противооползневые мероприятия в виде различных инженерных сооружений.

Комплекс мероприятий по ликвидации факторов оползневой опасности должен включать: 1) выполаживание и террасирование склонов оврагов, показавшие свою эффективность в устьевой части Глебучева оврага (в районе физкультурно-оздоровительного комплекса “Звездный”); 2) дренаж подземных вод, в первую очередь, по направлению засыпанных эрозионных форм; 3) дренаж поверхностных вод – сооружение ливневых коллекторов в соответствии с современным рельефом и застройкой; 4) закрепление склонов растительностью.

В сложившихся условиях рациональна универсальная рекомендация о превращении овражных систем в рекреационные зоны [13]. Парковая зона в долине Глебучева оврага в градостроительном отношении перспективна благодаря широким

возможностям выбора вариантов ландшафтного обустройства и своему расположению в центральной части города с вероятностью выхода к набережной Волгоградского водохранилища.

Благодарность. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16–35–00112 мол_а.

Acknowledgements. The study was funding by the RFBR, project No. 16–35–00112 for young scientists.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яшков И.А., Шешнёв А.С., Иванов А.В. Состояние изученности овражной эрозии на территории Саратова и его окрестностей // Изв. Саратовского ун-та. Новая серия. Сер. Науки о Земле. 2008. Т. 8. Вып. 2. С. 30–35.
2. Башкатов А.Н. Ландшафтно-экологический подход при оценке функциональной структуры долинных комплексов территории города (на примере г. Саратова). Дис. ... канд. геогр. наук. Волгоград: Волгоградская гос. архитектурно-строительная академия, 2003. 158 с.
3. Яшков И.А. Овражно-балочная сеть урбанизированной территории: строение, развитие, геоэкологическая опасность (на примере Саратова). Дис. ... канд. геогр. наук. М.: ГУЗ, 2008. 202 с.
4. Rogozin I.S., Dunaeva G.V. Оползни Саратовского Поволжья. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 162 с.
5. Григорьев И.И., Ковалев С.Н., Рысин И.И. Техногенные овраги // Геоморфология. 2016. № 2. С. 27–33.
6. Демин А.М. Техногенные оползни // Экзогенные геологические опасности. М.: КРУК, 2002. С. 276–280.
7. Севостьянов В.В. Овражная эрозия: методы изучения и борьба с ней на урбанизированных территориях Нижнего Поволжья // Изв. ВГО. 1991. Т. 123. Вып. 4. С. 354–359.
8. География овражной эрозии / под ред. Е.Ф. Зориной. М.: Изд-во МГУ, 2006. 324 с.
9. Шешнёв А.С., Редков В.И. Особенности деформаций зданий в зонах засыпанных оврагов в г. Саратове // Геориск. 2012. № 1. С. 42–48.
10. Шешнёв А.С. Антропогенные отложения и формы рельефа городских территорий: формирование, развитие, геоэкологическая роль (на примере Саратова). Саратов: Саратовский гос. технический ун-т, 2012. 287 с.
11. Кузьмин В.В., Тимофеева Е.А., Чуносков Д.В. Оценка риска для территории г. Саратова вследствие проявления оползневых процессов // Вестн. Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова. 2010. № 2. С. 23–27.
12. Матвеев И.Н. Саратов в санитарном отношении в 1906 году. Отчет санитарного врача. Саратов: Паровая типо-литография С.М. Панина, 1908. 246 с.
13. Ковалев С.Н. Овражно-балочные системы в городах. М.: ПринтКоВ, 2011. 138 с.

Поступила в редакцию 01.11.2016

Принята к печати 14.03.2017

MAN-CAUSED LANDSLIDES IN GULLY SYSTEMS OF THE SARATOV CITY: THE GLEBUCHEV RAVINE CASE STUDY

A.S. SHESHNEV

*Chernyshevsky Saratov National Research State University, Saratov, Russia
e-mail: sheshnev@inbox.ru*

Summary

Technogenic landslides induced by engineering activity are found on the sides of the Glebuchev ravine, the largest gully system in the central part of the Saratov City. Deformations of buildings and engineering facilities induced by landslide activity produce threats to the city's economy and population. The paper describes results of monitoring and retrospective analysis based on archive cartographic data

that permitted to follow the gully system development in historical times. Favorable for landslide activity are geological and geomorphological settings, but the key factor is related to economical activity, namely clay and loam quarrying, undercutting of slopes, pouring out waste water, construction activity and other kinds of slope loading. Mitigation measures must be followed by comprehensive recultivation of the gullies territory, namely rearrangement of slope areas, their stabilization by vegetation cover, surface and ground water drainage. It is recommended that the Glebucheve Gully is transformed into recreation park area coming out at the Volgograd Reservoir bank road.

Keywords: technogenic landslides, gully erosion, technogenic gullies, Saratov.

REFERENCES

1. Yashkov I.A., Sheshnev A.S., and Ivanov A.V. Condition of a Level of Scrutiny Gulling in Territory of Saratov and Vicinities. *Izv. Saratov. Univ. New ser. Ser. Earth Sc.* 2008. Vol. 8. Iss. 2. P. 30–35. (in Russ.)
2. Bashkatov A.N. *Landshaftno-ekologicheskii podkhod pri otsenke funktsional'noy struktury dolinnykh kompleksov territorii goroda (na primere g. Saratova)* (Landscape-ecological approach in the assessment of the functional structure of the valley complexes in the city (by the example of Saratov)): Dissertation. Volgograd: Volgograd State Univ. of Architecture and Civil Engineering (Publ.), 2003. 158 p. (in Russ.)
3. Yashkov I.A. *Ovrazhno-balochnaya set' urbanizirovannoy territorii: stroenie, razvitie, geoekologicheskaya opasnost' (na primere Saratova)* (Gullies and ravines network of urban area: the structure, development, geoeological danger (by the example of Saratov)): Dissertation. Moscow: State Univ. of Land Use Planning (Publ.), 2008. 202 p. (in Russ.)
4. Rogozin I.S. and Dunaeva G.V. *Opolzni Saratovskogo Povolzh'ya* (Landslides in the Volga Area near Saratov). Moscow: USSR AS (Publ.), 1962. 162 p. (in Russ.)
5. Grigor'ev I.I., Kovalev S.N., and Rysin I.I. The technogenic gullies. *Geomorfologiya (Geomorphology RAS)*. 2016. No. 2. P. 27–33. (in Russ.)
6. Demin A.M. Technogenic landslides, in *Ekzogennye geologicheskie opasnosti* (Exogenous geological hazards). Moscow: KRUK (Publ.), 2002. P. 276–280. (in Russ.)
7. Sevost'yanov V.V. Gully erosion: methods of study and control in urban areas of the Lower Volga region. *Izv. Vsesoyuzn. Geogr. ob-va.* 1976. Vol. 123. Iss. 4. P. 354–359. (in Russ.)
8. *Geografiya ovrazhnoy erozii* (Geography of Gully Erosion), Zorina Ye.F. Ed. Moscow: Izd-vo MGU (Publ.), 2006. 324 p. (in Russ.)
9. Sheshnev A.S. and Redkov V.I. Deformation features of buildings in areas of filled-up ravines in Saratov. *Georisk*. 2012. No. 1. P. 42–48. (in Russ.)
10. Sheshnev A.S. *Antropogennye otlozheniya i formy rel'efa gorodskikh territoriy: formirovanie, razvitie, geoekologicheskaya rol' (na primere Saratova)* (Anthropogenic deposits and landforms of urban areas: formation, development, geoeological role (by the example of Saratov)). Saratov: Saratov State Tech. Univ. (Publ.), 2012. 287 p. (in Russ.)
11. Kuzmin V.V., Timofeeva Ye.A., Chunosov D.V. Risk assessment ent in Saratov because of soil slip. *Vestn. Saratov. Gosagrouniv.* 2010. No. 2. P. 23–27. (in Russ.)
12. Matveev I.N. *Saratov v sanitarnom otnoshenii v 1906 godu. Otchet sanitarnogo vracha* (Saratov in the sanitary relation in 1906. Report of the sanitary doctor). Saratov: Parovaja tipo-litografija S.M. Panina (Publ.), 1908. 246 p. (in Russ.)
13. Kovalev S.N. *Ovrazhno-balochnye sistemy v gorodakh* (Gullies and ravines systems in cities). Moscow: PrintKoV (Publ.), 2011. 138 p. (in Russ.)

Received 01.11.2016

Accepted 14.03.2017