

ДИНАМИКА ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ БЕРЕГОВ РЕК КАК ФАКТОР РИСКА НАВОДНЕНИЙ

Н. Д. Разиньков

*Центр мониторинга и прогнозирования ЧС Воронежской области,
КУ ВО «Гражданская оборона, защита населения и пожарная безопасность
Воронежской области»*

Поступила в редакцию 18 мая 2015 г.

Аннотация: рассмотрен генезис экзогенных процессов, образуемых эрозионной деятельностью постоянных водотоков. Показана многофакторность таких процессов и сложность оценок в установлении динамики размыва берегов в аварийных местах на селитебных территориях. Предложен методический подход для оценки экзогенных рисков в исследуемых аварийных местах рек Дон и Ворона.

Ключевые слова: береговая эрозия, пойма, аллювиальные отложения, аварийный участок берега, скорость размыва берега.

THE DYNAMICS OF RIVERBANK EROSION PROCESSES AS A FACTOR FOR FLOOD RISK

Abstract: THE ARTICLE STUDIES THE GENESIS OF EXOGENOUS PROCESSES, ORIGINATED FROM EROSION ACTION OF PERMANENT STREAMS. IT DESCRIBES THE MULTIFACTOR NATURE OF SUCH PROCESSES AND THE COMPLEXITY IN EVALUATING DYNAMICS OF BANK EROSION IN THE EMERGENCY ZONES OF RESIDENTIAL AREAS. THE METHODOLOGICAL APPROACH HAS BEEN PROPOSED FOR ASSESSING THE EXOGENOUS RISKS IN THE MONITORED EMERGENCY ZONES OF THE DON RIVER AND THE VORONA RIVER.

Key words: BANK EROSION, FLOODPLAIN, ALLUVIAL DEPOSIT, THE EMERGENCY ZONE OF THE BANK, THE SPEED OF BANK EROSION.

Оценка потенциальных рисков размыва берегов рек селитебных территорий, а, тем более, динамических показателей, является крайне важной при решении урбанистических задач.

Речная береговая эрозия является основным экзогенным рельефообразующим процессом, во многом саморегулирующим и определяющим фактором развития рельефа в долинах рек. Так как в настоящее время в Центрально-Чернозёмном регионе долины рек интенсивно осваиваются в хозяйственном отношении, то данный геологический процесс в значительной степени обуславливает эколого-геоморфологическую обстановку на селитебной территории.

Количественная оценка темпов (динамики) эрозионных процессов на реках достаточно сложна вследствие их многофакторности: напрямую влияет на динамику эрозионного процесса само геологическое строение берега реки, интенсивность проходящих половодий, наличие русловых гидротехнических сооружений и др.

На реках Воронежской области в настоящее время на контроле у областных властей являются два размываемых участка берегов рек (протокол поручений губернатора от 27.02.2015):

1) ситуация в г. Павловске: левый размываемый

берег Дона в городской черте – до строений от бровки берега осталось от 3,5 м до 10–20 м;

2) размыв берега реки Ворона в с. Большие Алабухи Грибановского района – в настоящее время «съедаются» приусадебные участки, наименьшее расстояние от бровки правого берега реки до строений 33,5 м.

Для принятия своевременных решений, направленных на защиту проживающего населения на данных территориях и их жилых строений, требуется чёткое понимание динамики происходящих эрозионных процессов берегов рек.

Русловые явления, так же как и все явления природы, многогранны; формы русла можно рассматривать как результат взаимодействия факторов географической среды, отображение движения различных физических сред, как звенья исторического процесса развития рельефа, как результат взаимодействия смежных русловых структур, как одну из форм перемещения твёрдого вещества текущей водой и т. п. [1]. Рассмотрим основные вышеперечисленные факторы, влияющие на размыв берегов на данных участках.

Влияние на интенсивность деформаций русла свойств грунта. Как известно, русло реки на большей части своего протяжения проходит в аллювии, сравнительно мало соприкасаясь с коренными породами.

Вследствие этого элементы мезо- и микрорельефа русла слагаются скоплениями наносов. Противоэрозионная устойчивость грунтов зависит от размера, удельного веса, степени сортированности и связности составляющих грунт частиц. В аллювиальных отложениях пойм равнинных рек чётко выделяются три фации (рис. 1): 1) русловая; 2) пойменная и 3) старичная [2].

На рисунке 1 изображена классическая схема строения поймы, соответствующая бассейну Дона, – правый берег является крутым.

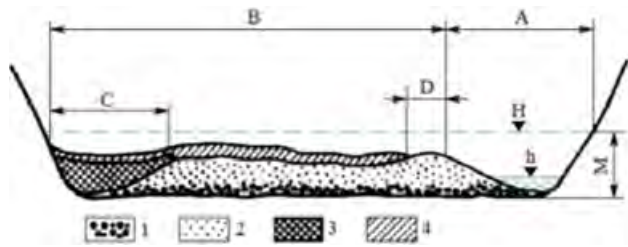


Рис. 1. Схема строения поймы: А – русло; В – пойма; С – старица; D – прирусловой вал; Н – уровень во время половодья; h – уровень межи; М – нормальная мощность аллювия. Русловой аллювий: 1 – разнозернистые пески, гравий, галька; 2 – мелко- и тонкозернистые пески; 3 – старинный аллювий; 4 – пойменный аллювий.

Первая приведённая выше аварийная ситуация в г. Павловске является нетипичной – размывается левый берег Дона. Интересно предание местных краеведов: во времена становления и строительства флота на реке

Дон и его притоках были создан ряд верфей, в том числе на реке Осередь, на берегу же Осереды располагался и Павловск. Но с помощью пленных шведов был пробит проход для Дона в устье Осереды, а, чтобы отвести Дон от правого крутого берега, были созданы подпирающие дамбы в виде траверс (рис. 2). Вследствие этого, Дон стал делать крутой поворот у Павловска. Чтобы левый берег не размывался, были устроены ряд полудамб (были установлены «шпоры»), отбивающих р. Дон от левого берега. Таким образом, левый берег не размывался во время межи, а во время половодья Дон «шёл» прямо через протоку (в настоящее время называется Басова протока).

Аварийные ситуации с размываемыми берегами впервые были активированы межведомственными комиссиями в 2006 г. в г. Павловске и в 2007 г. в с. Большие Алабухи.

В г. Павловске на р. Дон на аварийном участке излучины стрежень реки подходит непосредственно к левому берегу, что обеспечивает интенсивный боковой размыв особенно на высоких уровнях прохождения половодья. В 2007 г. по заказу областной администрации Воронежским территориальным центром государственного мониторинга геологической среды ТЦ «Воронеж–Геомониторинг» произведены гидрогеологические изыскания для принятия административного решения по аварийному участку берега. По результатам изысканий сделан следующий вывод.

Наличие в песчаной толще выдержанного по простиранию прослоя глинистых отложений мощностью



Рис. 2. Схема, поясняющая причину активной береговой эрозии на р. Дон в г. Павловске.

около 2 м (рис. 3) обуславливает две стадии развития размыва: в период половодья происходит размыв песков, залегающих на глинистом грунте. В меженный период глинистые грунты выходят на дневную поверхность, в процессе физического выветривания формируется трещиноватость, ослабляющая их прочностные свойства. В этот период размыву подвергаются пески, залегающие под глинистым слоем, которые обрушаются по мере образования в песчаной толще волноприбойных ниш. Подобный тип переработки берега реки увеличивает интенсивность речной эрозии. В конечном итоге речная эрозия провоцирует образование осовов, обвалов, оплывин и оползней.

Примерно в это же время компания ОАО «Стройинвестиция» также провела изыскания в месте размыва берега в г. Павловске с целью обоснования проведения берегоукрепительных работ, представив результаты исследований в виде отчета: «Инженерно-гидрологические изыскания и определение деформации русла р. Дон у г. Павловска Воронежской области». Компанией сделаны следующие выводы:

1) для наиболее размываемого места (между хлебоприёмным пунктом и береговой застройкой) отступление берега составляет:

- в среднем за год – 0,3–0,5 м;

- в многоводный год – 2,1–3,7 м;

2) в месте угрозы жилым строениям:

- в среднем за год – 0,1–0,3 м;

- в многоводный год – 0,9–2,2 м.

Следует заметить, что такой динамики эрозионного размыва берега не наблюдалось, размыв происходил гораздо менее интенсивно с постепенным переходом размываемой части к границе города.

То же самое и по р. Ворона в районе с. Большие Алабухи – отмеченная в акте от 2007 г. динамика размыва с интенсивностью отступления береговой черты 5 – 7 м в год так же не подтвердилась.

В результате обследований аварийных участков берегов на реках Ворона и Дон, проведённых весной 2015 г. по решению Комиссии по чрезвычайным ситуациям и обеспечению пожарной безопасности правительства Воронежской области, появилась возможность убедиться в этом.

Все три фации (русовая, пойменная и старичная) чётко прослеживаются на размываемых берегах (рис. 3): возвышающаяся часть над меженным урезом воды в реках примерно на 2 м представляет собой трудноразмываемый глинистый грунт, далее вверх от уреза – легкоразмываемые суглинки (особенно в Павловске ближе к песку), верхняя часть – чернозёмная почва.

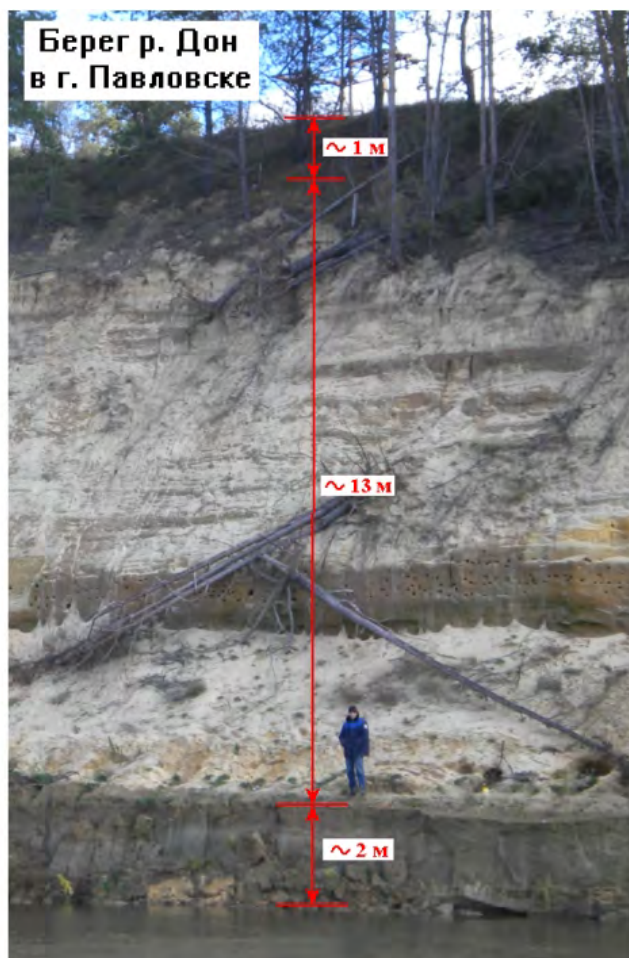


Рис. 3. Обнажения слагающих пород по берегам рек Ворона и Дона.

На фотографиях (рис. 3) хорошо различимы мало-размываемые основания надводных частей аварийных участков берегов рек Вороны и Дона.

Неточность в вычислении интенсивности размыва берегов связана с тем, что разрушение берегов представляет собой многофакторное явление. Оно заключается во взаимодействии двух главных процессов: обрушении масс материала, слагающего берега и удалении этого материала от подножья берегового склона. Первый из этих процессов определяется физическими характеристиками грунтов: механическим составом (глины, суглинки или пески), связностью, объёмным весом, способностью насыщения влагой, углом внутреннего трения в сухом и влагонасыщенном состоянии. При повышении уровня воды в реке происходит периодическое насыщение грунта водой в результате фильтрации со стороны реки и намокание при повышении уровня грунтовых вод, как результат капиллярного поднятия; вес грунта увеличивается, меняется сцепление и угол внутреннего трения. В результате нарушается оптимальное соотношение физических свойств грунта и угла наклона берегового склона, и он начинает смещение. Со снижением уровня этот процесс продолжается, так как вес блоков на воздухе ещё более увеличивается. Кроме того, воды, прежде насыщавшие грунт откоса, вытекают в его основании или по какому-либо водоупору и производят суффозионную работу (кстати, что и происходит в г. Павловске). При высыхании откоса образуется система трещин, разделяющих толщу откоса на отдельные блоки, что также способствует разрушению берега.

Теоретически рассчитать достоверную скорость размыва (эрозии) берегов, очевидно, невозможно. Осреднённые скорости размыва берегов рассчитываются с использованием эмпирических, часто ре-

гиональных, зависимостей. Например, выведена формула для рек средней европейской части России [3]:

$$C_b = 10.6 \cdot I^{0.57} \cdot Q_{\max}^{0.47},$$

где C_b – скорость размыва пойменных берегов;

I – уклон реки;

$Q_{\max}$ – средний максимальный расход, м³/с.

Таким образом, при средних максимальных расходах берег г. Павловска может отступать до 2,6 м – определено по среднему значению максимального расхода Дона в районе города Лисок.

Оценку риска аварийной ситуации при этом возможно производить, используя детерминистические подходы [4]. Вероятность события будет определяться задаваемой обеспеченностью расхода половогода на Дону при соответствующем расчётном расходе, а ущерб – потерей земельных участков и строений при соответствующей утрате территории.

В заключении хотелось бы отметить, что обозначенный методический подход по оценке риска городских земель, для случаев эрозионных процессов берегов рек, используется при принятии управленческих решений, особенно на этапе экспертных оценок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маккавеев, Н. И. Русло реки и эрозия в её бассейне / Н. И. Маккавеев. – М.: АН СССР. – 1955. – 347 с.
2. Короновский, Н. В. Основы геологии: Учеб. для географ. спец. вузов / Н. В. Короновский, А. Ф. Якушева. – М.: Высш. шк. – 1991. – 416 с.
3. Беркович, К. М. Русловые процессы на реках в сфере влияния водохранилищ / К. М. Беркович. – М.: Географ. ф-т МГУ. – 2012. – 163 с.
4. РД 03-418-01 (Утверждено постановлением Ростехнадзора от 10.07.2001 № 30). Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов.

Центр мониторинга и прогнозирования ЧС Воронежской области КУ ВО «Гражданская оборона, защита населения и пожарная безопасность Воронежской области», г. Воронеж

Разиньков Н. Д., главный специалист

E-MAIL: MCHS_VRN@MAILRU

Тел.: 8(473) 277 99 13

CENTER FOR MONITORING AND FORECASTING EMERGENCIES VORONEZH REGION GOVERNMENT AGENCY OF THE VORONEZH REGION "CIVIL DEFENSE, CIVIL PROTECTION AND FIRE SAFETY OF THE VORONEZH REGION", VORONEZH

RAZINKOV N. D., CHIEF SPECIALIST

E-MAIL: MCHS_VRN@MAILRU

TEL.: 8 (473) 277 99 13