

УДК 502/504:627.8

**В. Ю. НОВИКОВ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
Государственный университет управления

### **БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИБРЕЖНЫХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ИХ ОБУСТРОЙСТВО**

*Предотвращение чрезвычайных ситуаций на урбанизированных территориях, защита этих территорий от негативных воздействий водной стихии – актуальная задача. Реализация превентивных мероприятий возможна при учете всего спектра негативных факторов и береговых процессов. Необходимую для этого информацию можно получить в результате проведения мониторинга водных объектов, систему которого необходимо совершенствовать.*

*Водные объекты, берегозащитные сооружения, нормирование, экологическая безопасность, мониторинг, природообустройство.*

*Observation by water objects and emergency prevention on urban areas prevention of emergencies on urban areas, their protection from negative impacts of water elements is an urgent problem. Implementation of preventive measures is possible taking into consideration of the whole spectrum of negative factors and coastal processes. The necessary information can be obtained as a result of carrying out a monitoring of water bodies the system of which should be improved.*

*Water bodies, coast-protecting structures, rating, ecological safety, monitoring, environmental engineering.*

Формирование каскадов гидроузлов и водохранилищ для использования водных ресурсов в хозяйственных целях приведет к целому ряду неблагоприятных последствий для экосистем водных объектов. Регулирование стока рек с изменением естественного гидрологического режима водотоков помимо обеспечения нужд промышленности, гидроэнергетики, жилищно-коммунального и сельского хозяйства, водного транспорта имеет целью и защиту населения от опасных проявлений водной стихии, в первую очередь от наводнений. Однако при этом попуски гидроузлов ведут к другому негативному воздействию на компоненты природной среды – переработке берегов. Этот вид техногенных русловых деформаций в той или иной степени проявляется почти на 1/3 берегов рек и водохранилищ страны. На Волжско-Камском каскаде разрушению подвержено

около половины береговой полосы [1].

Отступление бровки берега в результате негативного воздействия вод на многих водохранилищах каскада составляет десятки и даже сотни метров. Так, на Рыбинском водохранилище берег на отдельных участках отступил на 500 и более метров от своего первоначального положения [2].

В результате процесса переработки берегов во многих регионах потеряны сотни гектаров сельскохозяйственных угодий, лесов и других ценных земель. Особенно тяжелые последствия русловых деформаций наблюдаются на территориях поселений. Проблема эта не является малозначимой – от вредного воздействия вод необходимо защищать 450 населенных пунктов в различных регионах нашей страны [2].

Процессы переработки берегов

грозят разрушениями различных объектов, расположенных в прибрежной зоне – жилых домов, производственных корпусов, сооружений инженерной и социальной инфраструктуры, коммуникаций и т. д. Сами явления переработки берегов исключительно сложны – они неоднородны в пространстве и нестабильны по времени. Их интенсивность зависит от состава пород, слагающих берега, их рельефных строений, от динамических воздействий водных потоков и т. д.

Разрушение берегов может носить вялотекущий характер, но и происходить мгновенно с захватом значительных прибрежных площадей. Последнее характерно при оползневых проявлениях. Все сказанное подтверждает необходимость глубокого изучения происходящих береговых процессов и воздействующих факторов, в том числе и для уменьшения степени неопределенности при принятии управленческих решений по реализации защитных мер. Требуется исключить суммирующие негативные воздействия на основе интегральной геоэкологической оценки территорий. Необходимо проводить научно обоснованное прогнозирование развития береговых процессов и определять степень риска происходящей переработки берега на конкретном участке.

Разрушение различных сооружений, расположенных в прибрежной зоне, может вести к катастрофическому загрязнению водных объектов. В первую очередь это относится к территориям промышленных предприятий, складских площадок, коммуникациям. Практика показывает возможность таких аварий.

Сами берега урбанизированных территорий (урбаноземы) представляют собой грунтовые массивы, «впитывающие» многие загрязняющие вещества за десятки и сотни лет. В составе грунтов эти загрязнители находятся в связанном, сорбированном состоянии, но при разрушении массивов в результате негативных воздействий вод они попадают в акваторию, пагубно влияя на биоту. В результате требуются дополнительные усилия и средства для доведения воды до питьевых кондиций, если такие водные объекты используются в качестве источников водоснабжения поселений.

Предотвращение чрезвычайных ситуаций на урбанизированных территориях и загрязнения компонентов природной

среды в результате вредного воздействия вод может быть осуществлено в ходе реализации превентивных мер, в том числе и в виде возведения защитных сооружений.

Подобные берегоукрепительные объекты на урбанизированных площадях позволяют достичь многих эффектов в экономическом, природоохранном и социальном аспектах. Тем самым осуществляется природообустройство – целенаправленное изменение компонентов окружающей среды с целью увеличения их полезности для населения и улучшения условий его жизненного пространства.

Практика показывает, что предположения ученых о возможной стабилизации процессов переработки берегов в каскадах гидроузлов не подтверждаются. Под воздействием водных потоков, волн, колебаний уровней при попусках гидросооружений и воздействии других негативных факторов бровка отступает в глубь прибрежной территории. Сохранение береговых массивов при этом обходится ценой все более возрастающих материальных и финансовых затрат, если решение задачи не возлагать на плечи будущих поколений.

События последнего времени подтверждают вывод о том, что величина затрат на превентивные мероприятия во много раз меньше, чем требуется средств на устранение последствий уже произошедших чрезвычайных ситуаций, в том числе и в результате ударов водной стихии.

Земельно-ресурсный потенциал прибрежных территорий в городах ограничен и требует рационального использования и защиты. Эти земли обладают повышенным спросом, растет их стоимость, поскольку вид речных ландшафтов, открытых акваторий доставляет эстетическое удовольствие. Специалисты полагают, что отечественные природные пейзажи обладают не меньшей ценностью, чем полезные ископаемые [3].

Сами берегозащитные мероприятия, инженерные сооружения – достаточно дороги и материалоемки. Эффективность капитальных вложений в такие объекты становится серьезной задачей в масштабах страны, тем более что берегоукрепление выполнено лишь на незначительной части длины полосы, где требуется защита. Исходя из основополагающего экономического принципа – соотношения затрат и результатов – предлагается оценивать эффективность такого вида природоохранной

деятельности, как берегозащита. В качестве результата целесообразно применять величину предотвращаемого ущерба, поскольку для урбанизированных территорий в результате строительства берегозащитных сооружений от разрушения уберегаются не только различные объекты – жилые дома, производственные корпуса, сооружения инженерной и социальной инфраструктуры, коммуникации, но и элементы природной среды – почва, зеленые насаждения. В этой связи можно говорить о эколого-экономическом эффекте.

Показатель эффективности инвестирования берегоукрепительных сооружений  $Q_3$  предлагается рассчитывать по следующей формуле:

$$Q_3 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T G_i \cdot \alpha_t : \sum_{j=1}^M \sum_{t=1}^T P_j \cdot \beta_j \cdot \alpha_t}{K},$$

где  $G_i$  – восстановительная стоимость  $i$ -го объекта;  $\alpha_t$  – коэффициент дисконтирования;  $P_j$  – объем  $j$ -го природного ресурса;  $\beta_j$  – стоимость  $j$ -го природного ресурса;  $K$  – величина капитальных вложений;  $N$  – число уберегаемых объектов;  $M$  – количество уберегаемых элементов природной среды;  $T$  – временной горизонт.

Величину  $T$  целесообразно рассчитывать, исходя из срока службы берегозащитного сооружения, но в отдельных случаях время  $T$  правильнее определять в зависимости от срока эксплуатации защищаемых на берегу объектов, увеличения их жизненного цикла.

Для локальных расчетов значения  $T$  можно рассчитать так:

$$T = \frac{L}{v} f,$$

где  $L$  – расстояние от объекта до бровки берега;  $v$  – скорость переработки (отступления бровки берега);  $f$  – коэффициент, улавливающий неравномерность темпов разрушения берега, которое связано с геологическим строением берега и характером переработки (оползни, суффозия и т. п.).

Значение  $K$  должно учитывать архитектурную ценность застройки.

Показатель эффективности  $Q_3$  может использоваться для выбора оптимального конструктивного решения берегозащиты, а также для определения приоритетов в очередности строительства, при этом

$$Q_3 \rightarrow \max.$$

Предлагаемая методология расчета эффективности инвестирования берегоукрепительных сооружений может являться достаточно весомой аргументацией при определении источников финансирования

на федеральном, региональном и местном уровнях, в том числе и на долевых началах. При этом максимальные величины показателя эффективности  $Q_3$  позволяют достичь наилучшего результата при инвестировании средств и становятся препятствием для «распыления» дефицитных финансовых ресурсов.

Вложение средств в объекты берегозащиты адресовано в большей части будущим поколениям, но осуществлять его эффективно необходимо уже сегодня, поскольку отсроченные последствия возможных аварий на неукрепленных берегах придется преодолевать ценой все более возрастающих затрат.

Оценка состояния объектов, расположенных в береговой зоне, подверженной разрушению, показала, что переработка берегов приближает к критическим отметкам предельное состояние несущих конструктивных элементов сооружений. Необходима своевременная и эффективная берегозащита наиболее опасных участков береговой полосы. Однако в условиях дефицита финансовых ресурсов выполнение берегоукрепления на значительных линейных участках проблематично, ведь данный вид превентивных мероприятий является чисто затратной мерой, не приносящей прибыли инвесторам. Само же негативное воздействие водных потоков невозможно приостановить, в связи с чем эксплуатация возведенных объектов и новое строительство должны осуществляться с учетом существующего положения.

Берегозащита позволяет использовать более разнообразный диапазон пусков сооружений гидроузлов без нанесения серьезного урона поселениям и компонентам природной среды водных объектов. Возможные климатические изменения с увеличением водности водотоков неизбежно приведут к необходимости роста интенсивности пусков гидроузлов и транзитным сбросам водных масс, что является наибольшим злом для территорий незащищенных поселений, расположенных в нижних бьефах.

Более интенсивная работа сооружений гидроузлов повышает опасность техногенных аварий, в том числе и из-за значительного износа технологического оборудования таких объектов, особенно это опасно при экстремальном стоке. Осуществляемая инженерная защита территорий может минимизировать такой риск для конкретных поселений. Без разрушения

береговой полосы при этом могут расти объемы перевозок речным транспортом (в том числе и с повышенными скоростями) с необходимым изменением фарватера в сечении русла водотока. Без «подрезки» аварийных берегов может производиться регулярное углубление судового хода и добыча нерудных материалов в акватории.

В состав проектов берегозащитных сооружений могут быть органично вписаны локальные очистные сооружения для дождевых стоков и иных поверхностных вод. Это позволит достичь значительных экологических эффектов, поскольку диффузный сток с урбанизированных территорий крупных городов по составу загрязнителей сопоставим со сбросом неочищенных вод отдельными промышленными предприятиями.

Существующая методология определения ущерба водным объектам в результате загрязнения не учитывает поступления берегового материала (в том числе урбанозема) в результате разрушения водными потоками береговых массивов. Возведение сооружений инженерной защиты имеет природоохранное значение и позволяет улучшать экологическое состояние водных объектов, предотвращать безвозвратную утерю уникального природного компонента – береговой полосы.

Сами берегозащитные объекты представляют собой ответственные гидротехнические сооружения, предназначенные для длительной эксплуатации при минимальных эксплуатационных затратах. В процессе работы такие сооружения, увеличивая удерживающие силы и работая в различных температурных и гидрологических условиях, должны надежно противостоять скольжению, опрокидыванию, разрушению при самом неблагоприятном сочетании статических и динамических нагрузок, различных деформаций. Конкретные конструктивные решения таких объектов определяются в зависимости от рельефа местности, геологических и иных характеристик грунтов, а также исходя из целей, которые ставятся при возведении подобных сооружений.

Финансирование таких достаточно затратных объектов, не приносящих отдачи в узкофинансовом смысле, неразрывно связано с позицией инвестора обеспечить наилучший результат при минимальных затратах. Из этого вытекает задача адекватного обоснования и определения

приоритетов строительства на основе рассчитанного максимального эколого-экономического эффекта, достигаемого в ходе возведения берегозащитного сооружения.

Рост значимости и масштабности задачи, решение которой невозможно малыми усилиями регионов, вызвал необходимость возложить необходимую финансовую нагрузку на общество в целом в виде роста ассигнований из федерального бюджета. В апреле текущего года постановлением Правительства Российской Федерации утверждена Федеральная целевая программа «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах». Объем средств федерального бюджета на эти цели должен составить 291,7 млрд р. При этом величина предотвращенного ущерба от вредного воздействия вод в ходе осуществляемых мер ожидается на уровне 960 млрд р. Протяженность новых и реконструируемых объектов берегоукрепления должна составить 1675,4 км до 2020 года. В результате доля населения, проживающего на территориях, подверженных негативному воздействию вод, защищенная в ходе проведения берегоукрепительных инженерных мероприятий, к 2020 году должна достичь 85 % (уровень в 2010 году – 64,9 %) [7].

В программе ставится также задача совершенствования системы мониторинга водных объектов, изучения факторов и процессов, определяющих интенсивность русловых деформаций, и следовательно, реализацию эффективных превентивных мер для защиты поселений. Необходимо также дальнейшее совершенствование нормирования техногенных негативных воздействий вод на природные компоненты водных объектов. До настоящего времени такая регламентация не применялась, поскольку переработка берегов не считается экологическим правонарушением, а является необъемлемым отрицательным последствием технического прогресса при регулировании стока.

В качестве объективных критериев, характеризующих интенсивность процессов переработки берегов, предлагается использовать показатели линейного отступления бровки берега в единицу времени (например, м/год, см/месяц), а также расчетное количество берегового материала, поступающего в акваторию с единицы длины в конкретный период времени. На основе показателей, подлежащих

нормированию, может рассчитываться величина «накопленного экологического ущерба», характеризующего объем безвозвратно утраченных компонентов природной среды за определенный временной период.

Строительство сооружений инженерной защиты урбанизированных территорий должно отвечать критериям своевременности, адекватности и выполнимости. Надежная защита селитебных площадей позволяет формировать комплексную систему целеполагания в градостроительстве с механизмом реализации задач разной временной перспективы. Примером может служить комплексная реставрация памятников культуры, архитектуры, исторически возводившихся на более высоких, незатопляемых берегах. После осуществления и предотвращения деформаций несущих и ограждающих конструкций берегоукрепления вокруг таких красивейших зданий, являющихся градостроительными доминантами, может формироваться своеобразное пространство, отличающееся повышенными эстетическими и художественными качествами.

Воссоздаваемая после возведения сооружений берегоукрепления пространственная и социальная целостность защищенных прибрежных урбанизированных территорий может вести к изменениям и усложнениям функциональных нагрузок и структурных преобразований приречной полосы, включая широкий круг рекреационных услуг.

Формирование набережных, рекреационных площадей, создание эстетически привлекательной среды, отвечающей предпочтениям населения, может способствовать полноценному отдыху горожан.

Создание такой благоприятной среды прибрежных территорий, наряду с восстановлением природного и историко-культурного потенциала (что характерно для многих городов, стоящих на реках), может быть привлекательным не только для местных жителей, но и для «речных» туристов, тем самым повышая и улучшая имидж конкретного города, делая его притягательным и для различных инвесторов [5].

Восстановление после берегозащиты городских прибрежных ландшафтов, оздоровление природной среды, приведение в нормальное экологическое состояние водных объектов полностью соответствует целям, провозглашенным Водной стратегией РФ, утвержденной Правитель-

ством Российской Федерации 27.08.2009 распоряжением 1235-р. В частности, это относится к повышению обоснованности принятия управленческих решений при комплексном управлении экосистемами (на основе знаний об экологических последствиях реализации экологических мероприятий) и достижении при этом максимальных эколого-экономических эффектов. Природообустройство прибрежных урбанизированных территорий, повышающее комфортность условий жизни людей и исключаяющее чрезвычайные ситуации от ударов водной стихии, является лучшим подтверждением того, что безопасность, здоровье человека, среда его жизнедеятельности являются в нашей стране главными ценностями.

#### Выводы

Проблема переработки береговых массивов рек и водохранилищ под воздействием водных потоков продолжает оставаться острой. Разрушению подвержено в разной степени около 1/3 длины берегов водных объектов, и эти процессы грозят безопасности 450 населенным пунктам в различных регионах нашей страны. В этих поселениях возможно наступление чрезвычайных ситуаций, существует опасность разрушения различных объектов в прибрежной полосе.

Пространственная среда прибрежных урбанизированных территорий является уникальным природным компонентом, требующим защиты. Реализация затратных берегозащитных мероприятий, не приносящих прибыли в узкофинансовом смысле, позволяет достигать эффектов в экономическом, экологическом и социальном аспектах, в том числе с учетом временного горизонта эксплуатации возведенных сооружений.

Эффективность капитальных вложений целесообразно рассчитывать с учетом величины предотвращаемого в ходе осуществляемой берегозащиты эколого-экономического ущерба.

Для обоснования приоритетов инвестирования и строительства сооружений инженерной защиты целесообразно применять нормирование процессов переработки берегов с использованием параметров линейного отступления бровки берега и количества берегового материала, поступающего в акваторию.

Возведение надежных долговечных берегозащитных сооружений позволяет

решать задачи обеспечения безопасности населения и объектов экономики, улучшения экологического состояния водных объектов, оптимального использования природно-ресурсного потенциала прибрежного пространства для целей рационального градостроительства и восстановления окружающей среды.

Благодаря строительству объектов инженерной защиты урбанизированных территорий можно решать задачи водопользователей (расширенный диапазон попусков гидроузлов, увеличенный объем перевозок речным транспортом, добыча нерудных материалов в акватории), а также обеспечивать необходимую адаптацию поселений к возможным климатическим катаклизмам с ростом осадков и экстремальных транзитных пропусков паводков через гидроузлы.

1. Вода или нефть? / Под ред. Д. В. Козлова – М.: МППА БИМПА, 2008. – 456 с.
2. Возрождение Волги – шаг к спасению России / Под ред. И. К. Комарова. – М.: РАУ-Университет, 1999. – 384 с.
3. О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации

в 2008–2010 годах: государственные доклады. – М.: НИА-Природа, 2011. – 274 с.

4. Дебольская Е. И., Дебольский В. К. Двухмерная модель русловых деформаций в условиях формирования ледовых заторов // Гидротехническое строительство. – 2009. – № 5. – С. 41–45.

5. Краснянский Л. Н. Повышение инвестиционной активности в городском строительстве. – М.: Экономика, 2001. – 256 с.

6. Новиков В. Ю. Аспекты берегозащиты. – Рыбинск: Рыбинское подворье, 2009. – 160 с.

7. О федеральной целевой программе «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах»: Постановление Правительства Российской Федерации от 19.04.2012 № 350; опубл. в сборнике законодат. актов РФ за 2012 год. – № 18 (статья 2219).

Материал поступил в редакцию 19.10.12.  
**Новиков Виктор Юрьевич**, кандидат экономических наук, помощник депутата Госдумы Федерального собрания Российской Федерации  
 Тел. 8-906-075-40-11  
 E-mail: viktornov111@yandex.ru

УДК 502/504:627.83

## И. С. РУМЯНЦЕВ, НАНЬ ФЭН

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ БЕТОННЫХ ВОДОСБРОСОВ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ СО СТУПЕНЧАТОЙ СЛИВНОЙ ГРАНЬЮ

*Представлены новые конструкции водосбросов с низовой сливной гранью, а также новые результаты модельных гидравлических исследований таких водосбросов, оборудованных быками различных конструкций.*

*Водосброс со ступенчатой сливной гранью, аэрация и гашение, бычок с расширенной кормовой частью, создающий в потоке игрек-образное течение в плане, бычок с расширенной кормовой частью, создающий в потоке икс-образное течение в плане.*

*There are given new designs of weirs with a downstream spillway face as well as new results of simulation hydraulic studies of such weirs equipped with spillway piers of different designs.*

*Weir with a stepped spillway face, aeration and energy dissipation, Y-type flaring gate piers, X-type flaring gate pier.*

На протяжении нескольких последних десятилетий в строительстве речных гидроузлов получили распространение

бетонные водосбросные плотины со ступенчатой низовой сливной гранью. При этом постоянно совершенствуется не только