

УДК 504.4.062.2

ВОДОХРАНИЛИЩА РАВНИННЫХ РЕК. ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ**Семененко С.Я.***Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоративных технологий
(филиал ФНЦ агроэкологии РАН), Волгоград, e-mail: pniiemt@yandex.ru*

Настоящая статья посвящена анализу современных проблем водохранилищ равнинных рек с длительным периодом эксплуатации, обоснованию способов защиты береговой линии и организации целесообразного и интенсивного использования отдельных участков акватории в соответствии с их природными особенностями. Учитывая современную, а в большей степени перспективную ситуацию с дефицитом водных ресурсов, предлагается комплекс мер по охране и эффективному использованию внутренних водоемов, фонд которых в России очень велик, а хозяйственный потенциал освоен недостаточно, и более того, в силу представленных проблем, неуклонно снижается. Предложенные разработки в виде адаптированных польдерных систем могут быть применены и к другим, аналогичным по условиям, водохранилищам, например Цимлянскому, Куйбышевскому и т.д.

Ключевые слова: водохранилище, экологические проблемы, активная защита, водный транспорт, размыв берегов, качество воды, польдер водохранилищный оросительный, грузовой причал, рекреационные зоны

RESERVOIR LOWLAND RIVERS. PROBLEMS AND SOLUTIONS**Semenenko S.Ya.***Volga research Institute of ecological technology (branch FNTS agroecology RAS), Volgograd,
e-mail: pniiemt@yandex.ru*

This article is devoted to modern problems of reservoirs, lowland rivers with audiobooks-ing a period of operation, the justification of the ways of protecting the coastline and the organization of appropriate and intensive use of individual sections of waters according to their natural features. Given the current, and to a greater extent promising situation with the shortage of water resources, proposed a set of measures for the protection and efficient use of internal in-daemon, the Foundation of which in Russia is very high, and the economic potential mastered enough, and moreover, because the presented problems, has been steadily declining. The proposed development, in the form adapted was of polder systems can be applied to other similar conditions, the reservoirs, for example Tsimlyanskii, Kuibyshev, etc.

Keywords: reservoir, environmental issues, active defense, water transport, Bank erosion, water quality, polder irrigation storage, cargo terminal, and recreation

Водохранилища, обладая большой акваторией и объёмом воды, комплексное использование которых позволяет решать многообразные экономические и социальные задачи, вносят в природу и хозяйство территорий, на которых они созданы, ряд побочных нежелательных изменений:

- происходит затопление и подтопление земель;
- обрушение берегов;
- возникает необходимость переселения жителей и переноса объектов народного хозяйства;
- нарушаются сложившиеся экономические, транспортные и другие связи;
- изменяются микроклиматические условия, санитарно-гигиеническая обстановка и т.п. [1, 4, 6].

Учитывая чрезвычайно важные, сложные и интересные для всестороннего изучения процессы в зоне действия водохранилищ, а также недооценённость проектировщиками некоторых негативных последствий, их продолжительный и неза-

тухающий характер [8–10], возникла острая необходимость скорейшей разработки способов и технологий преодоления экологических и экономических вызовов, связанных с проблемами эксплуатации водохранилищ равнинных рек. Всё вышеизложенное и побудило исследователей к разработке предпроектных мероприятий, направленных на восстановление социальной, экологической и рекреационной значимости Волгоградского водохранилища.

Мощное развитие производственного потенциала г. Волгограда и области обусловило строительство Волжской ГЭС имени 22-го съезда КПСС.

Комплекс сооружений ГЭС, с длиной напорного фронта 4,9 км, послужил образованию крупного Волгоградского водохранилища.

Для осознания масштабности объекта необходимо обозначить следующие его характеристики:

- нормальный подпёртый уровень (НПУ) составляет 15,0 м;

- полный объём при НПУ – 31450 млн м³;
- площадь зеркала при НПУ – 3117 км²;
- уровень мёртвого объёма (УМО) – 12,0 м;
- площадь зеркала при УМО – 2426 км²;
- протяжённость береговой линии – 1678 км;
- максимальная глубина – 41 м, средняя – 10 м;
- ширина от 3 до 10–13 км [2, 5].

В период наполнения чаши водохранилища было затоплено 276 тыс. га земель, в т.ч. сельскохозяйственных – 137 тыс. га. Из зоны действия водохранилища было переселено на надпойменные террасы, характеризующиеся степным и полупустынным климатом, более 50 тыс. человек.

С устройством водохранилища потерялись не только леса, ценные земли и рекреации большой ёмкости, потерялись моральные, исторические, этнические и культурные ценности.

В экономическом плане строительство ГЭС сыграло неопределимую роль в электроснабжении Нижневолжского региона и объединении крупных энергосистем Центрального, Поволжского и Южного регионов, что позволило создать условия для интенсификации развития народного хозяйства. Были решены основные задачи:

- устройство постоянных железнодорожных и автодорожных переходов через р. Волга;
- выработка дешёвой электроэнергии для населения и предприятий (в период проектирования и согласования населению, чьи домовладения попадали в зону затопления, было обещано бесплатное потребление электроэнергии);
- возможность орошения больших засушливых территорий Заволжья;
- обводнение некоторых территорий Калмыкии и Казахстана;
- созданы условия для развития водного транспорта с использованием судов класса «река – море» от Саратова до Астрахани и далее в Каспийское море.

Создание гидроузла породило и массу экологических проблем. Катастрофически ухудшились условия для воспроизведения рыб, регулируемое (зачастую не в пользу населения и окружающей среде) перераспределение стока нарушило естественный гидрологический режим, ухудшило условия (вплоть до опасного уровня) проживания населения в Волго-Ахтубинской пойме и опасность её существования как уникального природного образования.

Повторяемость расходов сброса в нижний бьеф (в низовья Волги) в 20–35 тыс.³/с

уменьшилась в 2,5 раза. На 40% уменьшилась продолжительность затопления поймы и на 20% дельты Волги, что существенно снизило продуктивность пойменных лесных угодий, сельского и рыбного хозяйства.

Создание Волго-Камского водного каскада изменило гидрологический режим реки. Если до его создания вода от Рыбинска до Волгограда доходила за 50 суток, то в настоящее время за 450–500 суток [5]. Это привело к накоплению биогенных соединений и аккумуляции до 97% твёрдого стока реки, что уменьшило в 4–8 раз сток взвесей [3].

После завершения процесса затопления водохранилища и образования водной поверхности при НПУ в 3117 км² и максимальной ширине около 10 км (в некоторых расширениях до 13 км) были созданы крайне благоприятные условия для размыва берегов гравитационным течением и в основном волновым волнением, образующимся в результате ветрового воздействия [7].

Целью исследования является разработка способов защиты левого берега акватории Волгоградского водохранилища с решением задачи интенсификации его использования для развития сельскохозяйственного производства прилегающих территорий, улучшения качества жизни населения и защиты прибрежных территорий.

Материалы и методы исследований представлены проектными разработками, результатами научных исследований автора и других научных коллективов и включают в себя традиционные и общепринятые методы инструментальных обследований.

Результаты исследования и их обсуждение

Повышенная интенсивность переработки берегов Волгоградского водохранилища определяется в первую очередь его большими размерами, а также характером обширных безлесных пространств, примыкающих к водохранилищу. Оба этих фактора способствуют образованию высоких ветровых волн, которые резко повышают динамическое воздействие на берега. Как показали расчёты Е.Г. Качугина, энергия волнения на Волгоградском водохранилище, имеющем в среднем ширину 10 км и расположенном в степной зоне, достигает 800 тыс.т.-м, а на Рыбинском водохранилище, имеющем ширину 56 км, но расположенном в лесной зоне – не превышает 65 тыс.т.-м [12].

Размывы наибольшей интенсивности в основном наблюдаются в нижней, 300-ки-

лометровой зоне водохранилища, на участках расширения, где глубина 10 м, а ширина акватории ≥ 10 км. В этой зоне измеренные высоты ветровых волн составляют до 3,1 м, а теоретически возможные (при ветрах редкой повторяемости скорости, направления и продолжительности) могут достигать высоты до 5,0 м [11].

Результатом размыва берегов является потеря прибрежных территорий водохранилища, которая, по оценкам исследователей, к 2000 г. достигла 107,4 км², что составляет около 0,1 % территории Волгоградской области, при этом на участках левобережья размыв береговой линии идёт значительно быстрее, и при этом наибольшую опасность представляет собой неизменность скорости размыва во времени [11].

Предположительно можно отметить, что к 2020 г. площадь потерянных прибрежных территорий, за период после заполнения Волгоградского водохранилища, в границах Волгоградской области может составить более 110,0 км², или 11,0 тыс. га (что соответствует интенсивности в 183 га в год).

Учитывая испаряемость в зоне акватории Волгоградского водохранилища в 1000–1200 мм, ежегодные потери влаги с дополнительно образованной водной поверхности составляют 132 млн м³, или 13,2 тыс. м³ с 1 га. При средневзвешенной оросительной норме 3500 м³, потерянной с 1 га водной поверхности влагой можно орошать 3,77 га земель, т.е. теряются почти четыре оросительные нормы. Эти данные говорят о высокой значимости переработки берегов в плане защиты и экономии водных ресурсов и необходимости выработки методики оценки опасности данного антропогенного явления.

К числу наиболее негативных экологических проявлений относится и ухудшение качества воды в водохранилище. Широкая (400–1000 м), мелководная, хорошо прогреваемая полоса левобережья, ослабленное течение, высокое содержание в воде органического вещества и поступление биогенных элементов с прибрежных территорий, являются прекрасными предвестниками развития сине-зелёных водорослей. При их биомассе 200–300 г/м³ происходит нарушение процесса фотосинтеза, массовое отмирание и разложение водорослей, повышение потребления кислорода и выделение продуктов распада. В результате происходит вторичное биологическое загрязнение, ухудшается качество воды и санитарное состояние водохранилища. Эти процессы интенсифицируются в первую очередь размывом береговой линии.

При протяжённости левой береговой линии (в границах Волгоградской области) около 250 км, площади Волгоградского Заволжья более 25 % от площади области, отсутствии железнодорожного сообщения и наличии единственной автомобильной трассы, водный путь Волгоградского водохранилища обязан быть востребованным левобережными территориями. А фактически?

Ранее регулярное пассажирское сообщение по маршруту Волгоград – Саратов, выполняемое теплоходами класса «река – море» с заходом в Приморск, Быково, Кислово и Николаевск, в 1985–1990 гг. было прекращено ввиду не только экономической ситуации в стране, но и из-за невозможности безопасного подхода к причалам из-за мелководья, заиления и занесения устьев ранее судоходных притоков. А ведь в некоторых совхозах и колхозах даже имелись свои сухогрузы для доставки сельхозпродукции в Москву, Саратов, Ульяновск, а у с. Кислово располагался грузовой порт, обслуживающий четыре Заволжских района.

В настоящее время из-за переработки береговой линии и мелководья, население практически лишено возможности использования биоресурсов водохранилища, в том числе и его рекреационного потенциала. Экологическая ситуация в границах населённых пунктов крайне неудовлетворительная, а в местах размыва старых кладбищ (п. Приморск, севернее с. Кислово) – опасная. На склонах берегов и пляжах наблюдаются разрушенные гробы, останки человеческих тел. Береговая полоса и пляжи превращены в свалку мусора, бытовых и строительных отходов.

Для защиты берегов от абразии необходимо строительство дорогостоящих берегоукрепительных объектов.

Стоимость строительства 1 п.м. берегоукрепления конструкцией, представленной на рис. 1, составляет около 223 тыс. руб.

Стоимость строительства более надёжных капитальных сооружений, с устройством контрбанкета с берегоукрепительными конструкциями и системой дренажа, террасированием откосов и организацией отвода поверхностного стока, составляет не менее 100 млн руб. за 1 п.м., например конструкция укрепления правого берега р. Волга в Волгограде в районе стадиона «Волгоград Арена».

Такие затраты можно позволить только при защите особо ценных городских территорий или в местах расположения особо опасных объектов.

Современный отечественный и зарубежный опыт берегоукрепления свидетельствует о высокой экономической эффективности защитных конструкций в виде габионов, которые применяются на Цимлянском водохранилище и Северном Кавказе. Ориентировочная стоимость строительства таких конструкций составляет около 60 тыс. руб. за 1 п.м. [12].

На отдельных участках левобережья для защиты берегов от размыва применяются каменная наброска и габионные сооружения различной протяжённости с креплением откосов геосеткой (рис. 2).

Это элементы мероприятий так называемой «пассивной» защиты, т.е. не изменяющей режима водотока и не обладающей признаками окупаемости.

Длительные наблюдения за работой отдельно стоящих габионов показали их тех-

ническую и, как следствие, экономическую неэффективность.



Рис. 1. Участок берегоукрепления у г. Николаевска



Рис. 2. Материалы крепления берегов



Рис. 3. Воронка интенсивного размыва на границе сооружения



Рис. 4. Конструкция польдера водохранилищного оросительного ур.п. Быково

Ошибки в проектировании и выполнении монтажных работ не только не способствовали защите берегов, но и спровоцировали увеличение скорости размыва воронки на границах сооружения (рис. 3).

Это связано с увеличением времени контакта воды и насыпного грунта за габионом (что влечет увеличение влажности грунта и уменьшение его устойчивости размыву), увеличению уровня воды перед габионом при волновом воздействии с увеличением динамической энергии волнения. Скорость размыва воронки у исследуемых габионов интенсифицируется при северных и юго-западных ветрах.

Можно предположить, что существует возможность использования отдельно стоящих габионов, но с обязательным сопряже-

нием их в береговую линию и укреплением примыкания каменной наброской, что, несомненно, увеличит стоимость сооружения, но обеспечит некоторое увеличение устойчивости сооружения. Защита такими сооружениями небольших по протяженности участков береговой линии не может решить вышеназванных экологических, экономических и транспортных проблем эксплуатации Волгоградского водохранилища.

Ученые Поволжского научно-исследовательского института эколого-мелиоративных технологий ФНЦ агроэкологии РАН, изучив опыт эксплуатации участков берегоукрепления левобережья Волгоградского водохранилища и придя к выводу об их неэффективной работе (если только не стоит задача «закрыть» бюджетные средства),

предлагают усовершенствованный способ «активной» (с изменением режима водотока и с возможностью самоокупаемости) защиты береговой линии с помощью видоизмененной классической польдерной системы.

По нашему определению, «Польдер водохранилищный оросительный» (ПВО) – это береговой мелководный участок акватории водохранилища равнинной реки, защищенный от затопления и служащий для целей сельскохозяйственного, рыбохозяйственного, рекреационного и транспортного использования.

Предлагаемая польдерная система состоит из внешней защитной дамбы со встроенными регулируемыми гидротехническими сооружениями, внутренних разделительных дамб, образующих польдерные поля (мини польдеры), оросительной и сбросной сети, насосных станций, причальных стенок, лесозащитных насаждений и т.д. (рис. 4).

Начало и окончание внешней защитной дамбы должно быть в естественном овраге, сопряжено с берегом и закреплено каменной наброской, поперечное сечение дамбы, материал и ее конструкция зависят от многих факторов и определяются по результатам исследований, предпроектной проработкой и техническим заданием.

Ширина польдера (расстояние от берега до внешней защитной дамбы) зависит от необходимости создания благоприятных условий для подхода теплоходов и сухогрузов с определенной осадкой. При этом можно проектировать причал в теле дамбы, а можно выносной, вглубь водохранилища, для судов с большей осадкой. ПВО и польдерные поля могут проектироваться незатопляемые и затопляемые. Незатопляемые польдеры полностью защищаются дамбами от половодья и паводков. Затопляемые устраивают таким образом, что в период паводка они затопливаются, а в начале спада уровня воду искусственно удаляют за пределы защитных дамб, ускорив подготовку поверхности польдера к полевым работам или организуя увлажнение по типу лиманного орошения. В зависимости от назначения можно комбинировать конструкции мини-польдеров и технологии увлажнения полей.

Для орошения сельскохозяйственных культур на польдерных полях необходимо использовать поверхностные самотечные способы полива (затоплением, по полосам и бороздам) при высоком уровне воды в водохранилище или низконапорные способы дождевания, капельного и комбинированного орошения при низком уровне.

На территории польдеров должны выращиваться в первую очередь водоемкие культуры (рис, хлопок, овощи и т.д.), а основным экологическим требованием сельскохозяйственного производства в польдерах должно являться биологизированное земледелие.

Учитывая отсутствие гумусированного горизонта на поверхности польдера, необходим длительный период биологической рекультивации и сельскохозяйственного освоения, но рыбоводные польдеры довольно быстро могут быть запущены и позволят значительно уменьшить дисконтированный срок окупаемости.

Первоочередно устраивать ПВО необходимо у населенных пунктов для обеспечения их защиты, активного пользования созданными рекреациями, удобства использования населением акваресурсов и доставки рабочей силы на польдерные поля.

Выводы

Устройство предлагаемой польдерной системы позволит:

- а) исключить безвозвратные потери воды на испарение;
- б) предотвратить перенос населенных пунктов;
- в) ухудшить условия развития сине-зеленых водорослей;
- г) создать дополнительное количество рабочих мест;
- д) обеспечить доступность Заволжским территориям к водной транспортной артерии для организации реализации сельскохозяйственной продукции посредством использования водного транспорта;
- е) гарантированно обеспечить водными ресурсами и практически исключить финансовые затраты на подачу воды в польдеры для орошения сельскохозяйственных культур, что делает выращенную продукцию конкурентоспособной;
- ж) обеспечить жителей Заволжья рекреационными территориями и возможностью использования водных биоресурсов;
- з) улучшить экономические условия воспроизводства и производства рыбозаведения;
- и) несколько увеличить скорость течения воды за счет стеснения потока русла реки.
- к) при прогнозируемом изменении климата и повышении значимости мелиорации головные водозаборы оросительных систем можно разместить на внешней оградительной дамбе с гарантированным уровнем воды.

В дальнейшем такими сооружениями необходимо защитить всё левобережье Волгоградского водохранилища, что позволит также улучшить социально-экономическое положение сельского населения Заволжья.

Список литературы

1. Авакян А.Б. Водохранилища. / А.Б. Авакян, В.П. Салтанкин, В.В. Шаранов. – М.: Мысль. – 1987. – 325 с.
2. Азманов М.С. Волгоградское водохранилище / М.С. Азманов // Сб. работ Волгоградской ГМО. – 1970. – Вып. 1 – С. 82.
3. Болотов В.П. Оценка содержания и миграция тяжелых металлов в экосистемах волгоградского водохранилища: дисс. канд. биол. наук: 03.02.08 / Владимир Петрович Болотов. – Экология. – Москва, 2015. – С. 120.
4. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду / под ред. А.Б. Авакяна, Г.В. Ворopaева. – М.: Наука. – 1986. – 368 с.
5. Волгоградское водохранилище. Серия: Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. – Л.: Гидрометеониздат. – 1976. – С. 84.
6. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2012 году». – М.: НИИ-Природа. – 2013. – 370 с.
7. Зубенко Ф.С. Берега Волгоградского водохранилища // Материалы к изучению переформирования берегов Волгоградского водохранилища. – М.: Наука. – 1964. – С. 78–124.
8. Плотины и развитие. Новая методическая основа для принятия решений. Отчет Всемирной комиссии по плотинам. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF). – 2009. – 200 с.
9. Пудовкин А.Л. Гидрология суши: водохранилища. – Открытая платформа электронных публикаций SPUBLER. Дата публикации: 2015-07-26 – 224 с.
10. Рагозин А.Л. Региональный анализ абразионной опасности и риска на морях и водохранилищах России / А.Л. Рагозин, В.Н. Бурова // Современные проблемы изучения берегов. – СПб., 1995.
11. Филиппов О.В. Переформирование берегов Волгоградского водохранилища / О.В. Филиппов // Геоморфология. – 2012. – № 2. – С. 34а–43.
12. Шубин А.М. Экологическая безопасность прибрежных территорий и эффективность берегоукрепительных мероприятий / А.М. Шубин // Вестник Волг. гос. арх-стр. ун-та. – 2009. – № 14 (33). – С. 182–187.