

УДК 502/504:628.(1-21):628.113

О. Н. ЧЕРНЫХ, В. И. ВОЛКОВФедеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва**В. И. АЛТУНИН**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», г. Москва**ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ОБМЕЛЕНИЯ
МАЛЫХ ВОДОЕМОВ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА**

Изложены основные проблемы и особенности взаимосвязей процессов обмеления малых водных объектов. Обобщены результаты натурных обследований низконапорных водохранилищных гидроузлов Московского региона, подверженных обмелению. Приведены рекомендации по повышению рекреационной функции водоемов на территории поселений. Авторы рекомендуют провести инвентаризацию скважин и колодцев, в том числе несанкционированных, с установлением их дебита и общего объема отбора в районе водосбора малых водных объектов. По результатам инвентаризации можно будет оценить влияние отбора подземных грунтовых вод на водность водотока. Отмечается, что необходимо активизировать работу служб эксплуатации водоемов, актуализировать проблемы бесхозных водных объектов, продолжить обследования состояния ГТС прудов и периодические измерения уровней воды в прудах для установления динамики происходящих процессов и разработке конкретных мероприятий, позволяющих приостановить обмеление водных объектов, ликвидировать мелководные застойные зоны в водоемах и разработать конкретные проекты по реабилитации обмелевших и заросших небольших и малых прудов Подмосковья и столичного мегаполиса.

Обмеление, поверхностные водные объекты, малые пруды, трубчатый водосбор, водный баланс, полезные попуски, обеспечение подпитки.

There are stated basic problems and features of the processes interactions of shallowing of small water bodies. The results of field surveys of low-pressure reservoir hydro schemes in the Moscow region are generalized. There are given recommendations for improving the recreational function of water ponds in the areas of settlements. The authors recommend carrying out an inventory of wells including unauthorized ones with setting their output and total volume of takeoff in the catchment area of small water objects. According to the results of the inventory it will be possible to assess the impact of the groundwater withdrawal on the flow water content. It is noted that it is necessary to intensify the work of maintenance services of reservoirs, to actualize the problems of ownerless water bodies, to continue inspections of the GTS state of ponds and periodic measurements of water levels in the ponds for establishing the dynamics of the processes and development of specific measures allowing suspending of the water bodies shallowing, eliminating shallow stagnant zones in ponds and developing specific projects for rehabilitation of the shallow and plant-filled ponds of the Moscow region and the capital megalopolis.

Shallowing, surface water bodies, small ponds, tubular spillway, water balance, compensation flows, provision of recharge.

В Московском регионе сохраняются условия опасного гидрологического явления – обмеления водных объектов, касающегося и рек и водоемов. Уровень воды в реке Оке, в одной из главных водных артерий Московского региона, последние пять лет снижается. В 2014 г. он упал на 1,5 м по сравнению с 2013 г. По данным Гидрометцентра уровень воды в Оке на территории Серпуховского района находится ниже отметки опасно

низкого на 13 см, а у Каширы – на 23 см, что ниже минимума, достигнутого в засушливом 2010 году. Летом 2014 г. на Оке практически не было судоходства, даже баржи и катера садились на мель. Такая ситуация представляет реальную угрозу для сохранности ихтиофауны и судоходства летом 2015 г.

Падает уровень воды и в Москве-реке. Из-за этого в мегаполисе плавучий понтонный бассейн в Филях в 2014 г.

был открыт только к концу июля, на 8 контрольных створах в 2012 г. зафиксированы отмели на р. Москве в черте города длиной от 2 до 30 м, по данным аэрофотосъемки площадь отмели у Карамышевского моста достигает 36000 м². В Московской области летом 2014 г. были закрыты несколько мостов, в том числе понтонная переправа в Коломне, установленная в 2014 г. В районе Митяевского моста, связывающего город Коломну с районом, уровень воды в реке был ниже минимального на 70 см. Из обследованных сотрудниками кафедры гидротехнических сооружений РГАУ-МСХА в 2013–2014 гг. 25-ти столичных прудов 72 % были либо обмелевшими либо спущенными [7]. Эта экологическая катастрофа связана не только с практическим отсутствием в 2013–2015 гг. весеннего половодья в регионе, недостаточностью снега зимой, минимальным количеством выпавших осадков, значительным уменьшением запасов грунтовых вод, но и сокращением объема воды, поступающего в крупные реки от притоков. Восстановление и сохранение водных ресурсов Московского региона в экологически благоприятном состоянии является в настоящее время стратегическим направлением водохозяйственной политики администрации Москвы и области.

Натурные обследования, проводимые на протяжении более 10 лет в МГУ природообустройства и РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, малых водных объектов Москвы и Московской области показывают [1, 3, 6], что из обследованных в 2002–2014 гг. более 1250 водоемов (из около 1800, насчитываемых в Московской области) обмелела примерно четверть прудов. На ситуацию помимо череды жарких летних сезонов влияет ряд факторов, связанных с техническим состоянием гидротехнических сооружений (ГТС):

нарушение правил эксплуатации водного объекта (многие из водохранилищных гидроузлов не имеют водовыпусков или их пропускная способность недостаточна, и забор меженного стока, который по многим причинам должен сбрасываться в прудах через водовыпуски в нижний бьеф [2, 4]);

отсутствие запорных устройств на донных водовыпусках, ранее подводивших воду к демонтированным насосным станциям, в результате чего происходит постоянный неконтролируемый сброс воды из водоемов (примеры: ГТС нижнего пруда у д. Косовка, у д. Ворсино Подольского района);

повреждение запорных устройств на донных водовыпусках вследствие полного или частичного выхода из строя задвижек, замена или ремонт которых затруднены в связи с необходимостью опорожнения водоема (даже при наличии финансовых средств на проведение работ);

обход потоком (в начальной стадии фильтрационным) входных оголовков трубчатых сооружений из-за разгерметизации стыка между порталной стенкой входного оголовка водосброса и отводящими трубами (входной оголовок водосброса нижнего пруда у д. Косовка);

интенсивная фильтрация из водоема вследствие разгерметизации стыков на начальном участке отводящих труб водосброса (водосброс на р. Теменка у д. Капустино);

человеческий фактор, когда допускаются нарушения при установке линии электропередач и прокладке кабеля вблизи береговых участков (д. Усово Соликамского района Пермского края), производство строительных работ на прибрежной территории без разрешительных документов на их ведение (с. Сенцово в Липецкой области) или в нарушение существующих законов, когда фундаменты зданий даже на ООПТ перекрывают подземные водотоки (пруды в усадьбе Студенец в Краснопресненском парке Москвы), строительство дорог, перекрывающих подпитку грунтовыми водами, родниками или малыми ручьями (каскад из 6 засыпанных прудов в усадьбе Братцево и Лесной пруд в Лианозовском парке Москвы, обмелевшие после строительства МКАД), либо акты вандализма – специальное разрушение водопропускных сооружений для облегчения ловли рыбы в опорожненном водоеме (пруды в Полтавском Дендропарке, Саввинский пруд в Балашихе) и пр.

Обмеление водного объекта – это комплекс проблем, при котором естественное восстановление водного баланса маловероятно. Этот процесс наглядно де-

монстрирует сложившаяся современная ситуация на малых водоемах и реках-притоках р. Оки. Рассмотрим суть проблемы и возможные пути ее решения на примере малых водоемов Каширского района Московской области. Первое упоминание о Кашире было в 1356 году, а как о городе – в 1480 году. Современный Каширский район, основанный в 1929 г., находится к югу от Москвы и характеризуется самой низкой плотностью населения среди городов Подмосковья (менее 1 тыс. чел. на 1 кв. км) и самым высоким коэффициентом развития ж/д транспорта (15,7 действующих ж.-д. станций на 100 тыс. чел.). В основные районы Каширы помимо старого и нового города (Кашира-1, -2, -3) входят деревни Горки, Сорокино, Хитровка, Терново-2. Рельеф Каширского района – волнистая равнина, пересеченная оврагами, а также долинами ручьев и речек. Леса занимают 10 % территории района, сельхозземли – 70 %. Самая крупная река в районе – Ока. Имеются и малые реки, часть из которых в пределах района являются правыми притоками р. Оки (Осетр, Большая Смедова, Каширка, Кремиченка, Мутенка, Беспуга). На них находятся каскады мелководных прудов [4].

По основным водным показателям Каширский район занимает примерно среднее положение среди правобережных районов р. Оки [6]: число водоемов – 68 (обследованных); средние объем, площадь и глубина пруда составляют соответственно 0,33 млн м³, 8,4 га и 5,7 м; количество водоемов на 1 км² территории – 0,15; площадь водоемов на 1 км² территории – 0,87 га; число водоемов на 1000 жителей – 0,99; площадь акватории водоемов, приходящаяся на 1 жителя – 8,33 м². Средняя высота плотин в русловой части створа составляет 7,5 м. В гидроузлах преобладают трубчатые водосбросы (77,9%), большинство из которых являются нерегулируемые.

Проведенные обследования показали, что основным назначением небольших и малых водохранилищ является рекреационное (69,2 %). Большинство водоемов (36,6 %), предназначавшихся для орошения, по прямому назначению не используется. Часть водоемов используется для технических нужд, водопоя скота,

для организации культурного рыболовства и в противопожарных целях. Некоторое количество объектов расположено в отдалении от населенных пунктов и объектов промышленности, в связи с чем не находит хозяйственного применения и не имеет собственника. Всего доля бесхозяйных водоемов в течение последних лет постоянно уменьшается в связи их передачей в муниципальную собственность (без дополнительных средств на ремонт и реконструкцию ГТС) и составляет порядка 40 %.

Характерно для региона состояние малой реки Тесна, которая в настоящее время представляет собой практически полностью пересыхающий в межень ручей с частично засыпанным при строительстве дорог и поселения руслом. Не так давно р. Тесна, как правый приток, впадала в Оку. В современных справочниках, путеводителях и картах она не указана, но еще функционируют водоемы, созданные на ней в 60–70-е годы прошлого века (рис. 1 и 2).



Рис. 1. Схема размещения каскада плотин на р. Тесна у д. Хитровка Каширского района Московской области: 1 – плотина нижнего пруда у д. Хитровка; 2 – плотина верхнего пруда у д. Хитровка; 3 – плотина пруда у д. Сорокино; 4 – р. Тесна

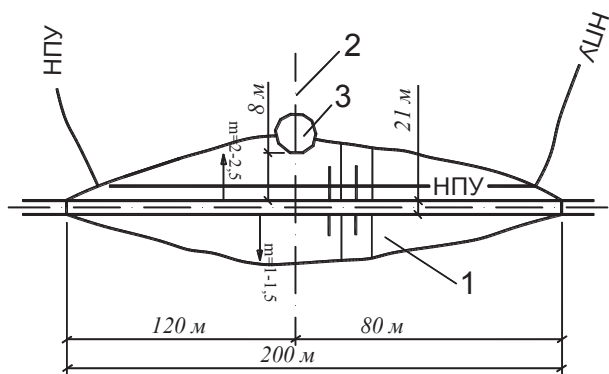


Рис. 2. Компоновочная схема нижнего пруда у д. Хитровка: 1 – плотина с автодорогой Р 115; 2 – ось водосброса; 3 – входной оголовок с переливом воды по всему периметру

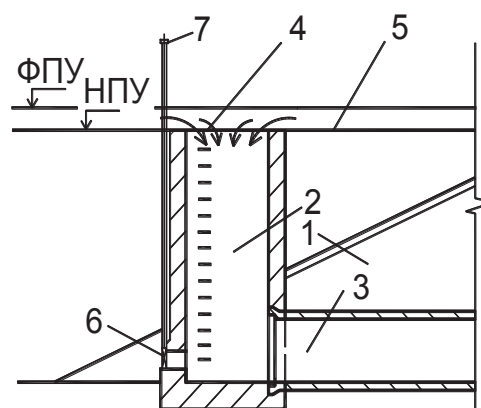


Рис.3. Трубчатый водосброс с цилиндрическим башенным оголовком с переливом по всему периметру, совмещенный с донным водовыпуском с плоским затвором: а – общий вид входного оголовка и нижнего пруда 20.09.2012; б – схема входного оголовка; 1 – тело плотины; 2 – башенный оголовок водосброса; 3 – отводящая труба; 4 – горизонтальная сороудерживающая решетка; 5 – подходный мостик; 6 – плоский затвор донного водовыпуска; 7 – подъемник

Одна из целей проводившегося мониторинга заключалась в установлении возможных причин снижения уровня воды в нижнем пруду каскада на малом водотоке. В задачу обследований входила также разработка предложений по уменьшению снижения уровня воды в малом пруду и его стабилизация в летний период.

При составлении водного баланса такого пруда изменение объема воды в пруду (ΔW) в летний период и, соответственно, его уровня устанавливается по зависимости [2]:

$$\Delta W = W_{\text{прих}} - W_{\text{расх}}, \quad (1)$$

где $W_{\text{прих}}$ – приходная часть водного баланса пруда;

$W_{\text{расх}}$ – расходная часть водного баланса пруда.

Приходная часть водного баланса пруда $W_{\text{прих}}$ определяется суммой притока

воды по реке в пруд со стороны верхнего бьефа ($W_{\text{прит}}$) и количеством выпавших осадков на зеркало воды пруда ($W_{\text{осад}}$), т. е.

$$W_{\text{прих}} = W_{\text{прит}} + W_{\text{осад}}. \quad (2)$$

Расходная часть водного баланса пруда $W_{\text{расх}}$ определяется как сумма сброса воды из пруда через донный водовыпуск ($W_{\text{дон}}$), совмещенный с башенным оголовком водосброса, объема, сбрасываемого поверх башни водосброса ($W_{\text{вод}}$), потерь на испарение с водной поверхности ($W_{\text{исп}}$), потерь на инфильтрацию в дно и берега пруда ($W_{\text{инфильтр}}$) и потерь на фильтрацию через тело плотины и ее основание ($W_{\text{фильтр}}$), т. е.:

$$W_{\text{расх}} = W_{\text{вод}} + W_{\text{дон}} + W_{\text{исп}} + W_{\text{инфильтр}} + W_{\text{фильтр}}. \quad (3)$$

При превышении приходной части

баланса над расходной частью уровень в пруду растет, а при обратном соотношении он падает. В водном балансе пруда наиболее существенными и изменчивыми факторами являются сброс воды из пруда через донный водовыпуск ($W_{\text{дон}}$), совмещенный с башенным оголовком водосброса, сброс поверх водосброса ($W_{\text{вод}}$) и величина притока воды со стороны верхнего бьефа.

При анализе основных составляющих водного баланса были использованы материалы визуальных обследований. Например, измерения уровней воды в пруду и внутри самой башни позволили установить, что напор (перепад уровней воды в пруду и внутри башни) составил 2,87 м и оставался постоянным в течение 11 дней (с 9 по 20 сентября 2012 г.), что свидетельствовало об отсутствии сброса расхода воды через донный водовыпуск. Это подтверждалось также фотофиксацией состояния затвора донного водовыпуска и визуальным осмотром, которые не выявили протечек через уплотнения затвора и протечек из пруда в башню через швы. Таким образом, было установлено, что $W_{\text{дон}} = 0$. Поскольку в течение летнего периода уровень в пруду находился ниже отметка верха башни, то сброс воды поверх башни (в режиме ее работы как водосброса) не происходил, т. е. $W_{\text{вод}} = 0$.

Величина притока воды в водоем со стороны верхнего бьефа зависит от водности водотока и определяется количеством осадков, выпадающих на водосборном бассейне реки, объемом грунтовых вод, дренируемых рекой, и полезными (санитарными) попусками из водоемов, расположенных вверх по течению реки от нижнего пруда. При этом объем грунтовых вод, поступающих в реку, зависит от уровня грунтовых вод, который может изменяться по различным причинам, в том числе, из-за отбора воды скважинами и колодцами, расположенными в зоне дренируемого бассейна.

В ходе обследований верхнего пруда у д. Хитровка, плотина которого размещается в 50...60 м от верховья нижнего пруда, было установлено, что в 2009 г. по трубчатому безбашенному водосбросу (рис. 4а) осуществлялся сброс воды с расходом порядка 10...20 л/с. При этом уровень в пруду примерно

соответствовал НПУ. Хотя в 2012 г. сброс воды через водосброс не осуществлялся, но уровень в пруду понизился и находился на 0,6 м ниже НПУ. Принимая в указанном диапазоне расходов минимальный расход за средний в период летней межени было установлено, что в нижний пруд, расположенный сразу за плотиной верхнего пруда, в течение 4-х месяцев (май, июнь, июль, август) по сравнению с 2009 г. не поступил объем воды порядка 104 тыс. м³. При площади нижнего пруда, составлявшей при НПУ примерно 2,7 га, это эквивалентно слою воды 3,8 м. Такого объема хватило бы с избытком для поддержания уровня воды в пруду на отметке верха башенного оголовка, поскольку снижение уровня воды нижнего пруда в 2012 г. по отношению к НПУ составило 3,6 м.



а



б

Рис. 4. Вид элементов водосбросов верхних прудов каскада на р. Тесна: а – выходного участка нерегулируемого водосброса у д. Хитровка 17.08.2009; б – входного оголовка водосброса-водовыпуска пруда у д. Сорокино 25.09.2007

При анализе остальных составляющих водного баланса пруда было учтено, что потери на инфильтрацию ($W_{\text{инфильтр}}$) через дно и берега пруда могут быть значимыми только в первый год эксплуатации водоема. Если в последующие годы не происходит кардинальных изменений, касающихся, например, снятия верхнего покровного слоя малофильтрующих грунтов при очистке пруда, или сдвигов грунтов с разрывом сплошности при землетрясениях. Иногда величина $W_{\text{инфильтр}}$ может быть значительной из-за закарстованности пород. При отсутствии данных по геологии и наличия подобных явлений с начала эксплуатации пруда потери $W_{\text{инфильтр}}$ можно считать несущественными.

Проведенные расчеты потерь на фильтрацию через тело плотины и основание в предположении, что они сложены песчаными грунтами (эти грунты приняты как наихудший вариант с точки зрения величины фильтрационных потерь по сравнению с другими грунтами: супесями, суглинками и глинами, так как грунты, уложенные в тело плотины, и геологическое строение основания неизвестны), показали, что эти потери ($W_{\text{фильтр}}$) пренебрежимо малы, по сравнению с другими составляющими водного баланса пруда.

При оценке потерь воды на испарение

и поступление воды в пруд от выпавших на зеркало пруда дождевых осадков было учтено, что испарение за период открытой воды составляет порядка 500 мм, а для г. Каширы по среднемноголетним данным годовые осадки составляют около 560 мм (2009–2012 гг. являются годами близкими по испарению и осадкам к среднемноголетним), поэтому эти факторы не могли сколько-нибудь существенно повлиять на водный баланс пруда.

Таким образом, единственной причиной резкого снижения уровня воды в нижнем пруду у д. Хитровка можно, со значительной долей достоверности считать, уменьшение водности р. Тесны и, в частности, прекращение поступления воды из верхнего пруда. Принимая во внимание, что повлиять на глобальные факторы (дождевые осадки, испарение, водность водотока) очень сложно, то для приостановления обмеления пруда необходимо изыскать дополнительные источники притока воды в него.

Следует отметить, что выше по течению на р. Тесне у д. Сорокино построена одна из самых высоких плотин Подмосковья (см. рис. 1 и таблицу), формирующая водоем, объем которого значительно превышает суммарный объем нижнего и верхнего прудов у д. Хитровка.

Основные параметры прудов на р. Тесна Каширского района Московской области

| Наименование пруда | Объем, 10^6 м^3 | Площадь, км^2 | Высота плотины, м | Тип водосброса |
|----------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------|---|
| Нижний пруд у д. Хитровка | 0,088 | 0,027 | 9,0 | Трубчатый нерегулируемый водосброс с башенным оголовком с подводом воды по всему периметру (рис. 3) |
| Верхний пруд у д. Хитровка | 0,022 | 0,012 | 7,0 | Трубчатый нерегулируемый безбашенный водосброс (рис. 4а) |
| Пруд у д. Сорокино | 0,280 | 0,068 | 17,0 | Трубчатый регулируемый водосброс совмещенный с водовыпуском (рис. 4б) |

Причем в башенном водосбросе этого пруда (рис. 4б) устроен водовыпуск для подачи полезных попусков в нижний бьеф с целью поддержания необходимой водности реки. Как показывают мониторинговые наблюдения [1], в течение ряда последних лет полезные попуски из пруда не осуществлялись, возможно, из-за неудовлетворительного состояния механического оборудования водосброса. Поэтому малая река в нижнем бьефе этого пруда на протяжении нескольких сотен метров пересохла, хотя далее за счет ключей и грунтовых вод она вновь частично воз-

рождается, но без поступления воды из пруда ее водность существенно понижена. В связи с этим необходимо обязать собственника ГТС пруда вести его эксплуатацию с подачей полезных попусков в р. Тесну в меженный период.

Еще одним водоемом, но значительно менее емким, чем пруд у д. Сорокино, перехватывающим сток р. Тесны, является верхний пруд каскада у д. Хитровка. Часть его емкости также можно было бы использовать для пополнения нижнего пруда. Однако это может негативно сказаться на экологии этого небольшого

живописного пруда. Для этого в его составе следует предусмотреть строительство водовыпуска, который обеспечит подачу воды в нижний пруд, поскольку существующий сейчас водосброс может сбрасывать воду в нижний пруд только при превышении уровня воды в верхнем пруду отметки НПУ.

Анализ результатов выполненных расчетов и собранных материалов обследований для данного каскада прудов на р. Тесне позволил разработать рекомендации по обеспечению безаварийной работы ГТС прудов, которые можно в обобщенном виде использовать и для всех малых каскадных прудов и водотоков региона, находящихся в подобном техническом состоянии, соответствующем пониженному уровню безопасности [5] (хотя в задачу обследований не входили оценка технического состояния и уровня безопасности ГТС нижнего пруда с разработкой рекомендаций по мерам обеспечения безопасности ГТС). Тем не менее, представляется, что из-за конструктивных особенностей водосброс нижнего пруда может не справиться с выполнением своих функций – обеспечением безопасного пропускания избыточных вод из верхнего бьефа в нижний бьеф в период весеннего половодья и дождевых паводков. Это будет потенциально угрожать безопасности плотины, по гребню которой проходит автомагистраль. Поэтому целесообразно принять сооружения ГТС нижнего пруда на баланс администрации г. Каширы и провести необходимые первоочередные работы по повышению их безопасности.

Представляется, что наиболее кардинальным (и вероятно самым дорогостоящим решением) является обеспечение независимой подпитки нижнего пруда каскада [3]. Эта подпитка потребует бурения куста скважин с подводом электропитания. Одним из возможных решений размещения подпитывающих скважин является их расположение на правом обводненном берегу р. Тесны примерно в середине верхнего пруда. Подача воды в нижний пруд может осуществляться транзитом через верхний пруд, который будет в этом случае всегда наполнен и служить зоной рекреации в добавлении к нижнему пруду. Потери воды от водосброса до нижнего пруда в данном случае (каскад на р. Тесна) будут малы, так как

нижний пруд начинается практически сразу за подошвой низового откоса плотины верхнего пруда. Возможны и другие варианты подпитки нижнего пруда.

Вариант независимой подпитки пруда из скважин позволит обеспечить контролируемую подачу воды в нижний пруд по мере необходимости, вне зависимости от водности года и других обстоятельств, связанных, например, с отсутствием полезных попусков из пруда у д. Сорокино. При проектировании этого способа подпитки пруда необходимо выполнить инженерно-геологические изыскания по ложу самого нижнего пруда каскада для оценки возможных потерь из него вследствие возможного наличия закарстованных пород в основании.

Заключение

Следует отметить, что водность водотока в меженный период во многом зависит от поступления в реку грунтовых вод [2, 4]. Снижение грунтового питания реки (в Подмосковье наметилась общая тенденция к обмелению и пересыханию мелких рек и ручьев) может быть вызвано, в том числе и интенсивным безвозвратным забором подземных вод на различные нужды. Следует провести инвентаризацию скважин и колодцев, в том числе несанкционированных, с установлением их дебита и общего объема отбора в районе водосбора малых водных объектов. По результатам инвентаризации можно будет оценить влияние отбора подземных грунтовых вод на водность водотока.

В дальнейшем следует отказаться от строительства прудов рекреационного и в некоторых случаях пожарного назначения в среднем и нижнем течении малых рек, поскольку любые изменения в русле или режимов уровней существенно влияют на состояние, как малой реки, так и прибрежной территории. Построенные здесь мелководные водосемы (со средней глубиной менее 2,5 м) быстро заиливаются и зарастают [2–4]. Заиление русла водотока в зоне подпора приводит к утрате многих ценностей реки. Целесообразнее на пойменных участках построить аккумулярующие копани, которые могут быть более затратными, но с точки зрения природоохранных позиций наиболее предпочтительными. При оценке работы

и возможности восстановления водоемов следует учитывать, что средняя глубина в водоеме должна быть не менее 3...3,5 м, поскольку доля испарения из пруда может в современных климатических условиях доходить до трети его объема. При меньшей глубине доля испаряемой воды будет еще большей.

Необходимо активизировать работу служб эксплуатации водоемов, актуализировать проблемы бесхозных водных объектов, продолжить обследования состояния ГТС прудов и периодические измерения уровней воды в прудах для установления динамики происходящих процессов и разработке конкретных мероприятий, позволяющих приостановить обмеление водных объектов, ликвидировать мелководные застойные зоны в водоемах и разработать конкретные проекты по реабилитации обмелевших и заросших небольших и малых прудов Подмоскovie и столичного мегаполиса.

1. Волков В. И., Каганов Г. М. Обобщение результатов обследования состояния гидротехнических сооружений Московской области за 2002–2011 гг. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2012. – № 3. – С. 5–8.

2. Эксплуатация, реконструкция и охрана водных объектов в городе / Бойкова И. Г. [и др.]. – М.: изд-во АСВ, 2008. – 256 с.

3. Сабитов М. А., Черных О. Н., Алтунин В. И. Тенденции реконструкции малых водоемов в черте мегаполисов // Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства и пути их решения: материалы междунаучной научно-практической конференции. – М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2011. – Ч. III. – С. 201–213.

4. Румянцев И. С., Атабиев И. Ж., Кромер Р. К., Румянцев А. И. Научные основы совершенствования методов

создания и эксплуатации водохранилищ речных гидроузлов: монография. – М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2011. – 455 с.

5. О безопасности гидротехнических сооружений: Федеральный закон от 21.07.1997. № 117-ФЗ. (ред. от 28.12.2013). [Электронный ресурс]. – URL: <http://focdoc.ru/article/a-43.html> (дата обращения 16.05.2014).

6. Волков В. И., Каганов Г. М., Шакуров Р. Р. Анализ состояния гидротехнических сооружений правобережья р. Оки (Зарайский, Каширский, Луховицкий и Серебряно-Прудский районы Московской области) // Социально-экономические и экологические проблемы сельского и водного хозяйства: материалы междунаучной научно-практической конференции. – Ч. 2. Безопасность гидротехнических сооружений. – М.: МГУП, 2010. – С. 55–74.

7. Черных О. Н., Алтунин В. И. Особенности технического мониторинга прудов на территории центра Москвы // Природообустройство. – 2015. – № 1. – С. 66–72.

Материал поступил в редакцию 20.05.15.

Черных Ольга Николаевна, кандидат технических наук, профессор кафедры «Гидротехнические сооружения»

Тел. 8 (499) 190-53-43

E-mail: gtsmgup@mail.ru

Волков Владимир Иванович, кандидат технических наук, профессор кафедры «Гидротехнические сооружения»

Тел. 8 (499) 153-86-48

E-mail: volcov_vi45@mail.ru

Алтунин Владимир Ильич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Гидравлика»

Тел. 8 (499) 155-03-16

E-mail: chtara@mail.ru