

**ПРОЕКТ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
ПРУДОВ НА ТЕРРИТОРИИ БОРОДИНСКОГО ПОЛЯ  
КАК ТИПОВОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ  
МУЗЕЕВ-ЗАПОВЕДНИКОВ**

На территории многих музеев-усадеб, парков и заповедников расположены живописные пруды и водоёмы. Значительная их часть находится в неудовлетворительном, запущенном состоянии. Эта проблема относится и ко множеству водоёмов находящихся и в черте самой Москвы. Небольшие по размерам пруды имеют малую проточность и со временем мелеют, в летний период прогреваются и интенсивно зарастают. Вследствие этого снижается их способность к самоочищению. В конечном итоге водоёмы из достопримечательности становятся отстойными лужами с неприятным запахом.

На обширных просторах Бородинского музея-заповедника имеется густая гидрографическая сеть, в которую входит значительное число речек, ручьев, прудов. Все они имеют историческое значение, а часть из них представляет собой экспозиционные объекты.

Согласно сведениям из исторических источников, непосредственно перед Бородинским сражением на ручье, который ныне носит имя Неверовского, были отсыпаны шесть дамб для форсирования конницей водной преграды. До наших дней сохранились две дамбы, образующие два пруда, которые примыкают друг к другу. Пруды находятся в двустах метрах на восток от Спасо-Бородинского монастыря, поэтому именуются Монастырскими. Они практически граничат с Утицким лесом

Ручей Неверовского берет начало из болота на юго-западе от монастыря. Ручей впадает в пруды, затем поток проходит через низовую дамбу (в ней заложена труба диаметром 10 см, которая работает как автоматический водослив), далее продолжает путь в пониженном участке (овраге) и впадает в ручей Семеновский. Отметка уреза воды в прудах 211.50 м — в первом (верхнем), 211.10 м — втором (нижнем).

Пруды полностью наполняются в весеннее половодье и существуют постоянно. Уровень воды в прудах понижается за летне-осеннюю межень на 20 см. Состояние водности можно считать удовлетворительным. Но около 10 лет назад наблюдалась тенденция резкого понижения уровня воды. Как выяснилось позже, пруды чистили и таким образом сняли часть донных отложений. Донные отложения состоят из мелких частиц, которые имеют свойство коагуляции, то есть проникновения мелких илистых частиц в пустоты между более крупными и заполнения их. Это имеет очень большое значение для обеспечения водонепроницаемости ложа прудов.

Проведенные в 2002 году исследования показали, что фильтрация из прудов теперь незначительна, и можно предположить, что донные отложения увеличились в мощности и присутствует заcolmатированный слой. Можайское водохранилище не оказывает влияния на пруды.

В настоящее время на дамбе, разделяющей пруды, построено деревянное здание русской бани. Никакой другой хозяйственной деятельности в акватории и на берегах пруда не ведется. Пруды не используются как экспозиционные объекты в экскурсионных маршрутах музея.

Вместе с тем, имеются важные факторы, способствующие принятию решения о реконструкции прудов и создании постоянно действующей инженерной системы по поддержанию качества воды. Остановимся на некоторых из них:

– планируемое руководством музея-заповедника включение Монастырских прудов в экспозицию экскурсионных маршрутов и необходимость, в связи с этим, придания прудам исторического облика; для этого необходимо кардинально расчистить берега пруда и обеспечить проточность, нужную для поддержания самоочистительной способности воды;

– приближение к урезу воды застраиваемой территории и хозяйственной деятельности. Даже в случае соблюдения застройщиками определенных законодательством водоохраных мероприятий (соблюдение водоохраной зоны шириной не менее 55 м от уреза воды в соответствии с Положением о водоохраных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах), загрязнения от хозяйственной деятельности будут достигать акватории и, в случае отсутствия проточности, приведут к необратимым последствиям на обоих прудах;

- целесообразность использования отдельных участков береговой полосы для размещения площадок отдыха экскурсантов;
- необходимость компенсационных мероприятий по снижению загрязнения воды в нижнем пруду от функционирования бани.

Вышесказанное не оставляет сомнений в том, что вода в Монастырских прудах будет загублена, если не провести реконструкцию прудов и не создать систему поддержания качества воды.

При разработке реконструктивных мероприятий необходимо соблюсти следующие требования:

- сохранить (или воссоздать) исторический облик водных объектов;
- обеспечить выполнение существующих норм по качеству воды;
- принять наиболее эффективные и экономичные инженерные решения.

В процессе обследования были взяты пробы воды и сделаны гидрохимические анализы, данные которых представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты гидрохимических анализов

Показатель	Верхний пруд	Нижний пруд	Класс качества вод	Разрядка вод
Содержимое растворенного кислорода	6,2	7,0		
Процент насыщения при данной температуре	67,3	68,2	3 Удовлетворительной чистоты	3б Слабо загрязненные
Сухой остаток, мг/л	919	830		
Химическое потребление кислорода, мгО/л	60	50	4 Загрязненная	4б Сильно загрязненная
Перманганатная окисляемость, мгО/л	20,0	17,6	4 Загрязненная	4б Сильно загрязненная

Результаты гидрохимических анализов свидетельствуют о том, что вода обоих прудов в июле 2003 года содержала значительное количество органического вещества. По экологической классификации вод оба пруда можно было бы отнести к группе 4б - сильно загрязненные водоемы. Относительно высокое содержание растворенного кислорода в данном случае объясняется интенсивными процессами фотосинтеза и не противоречит результатам остальных анализов. Однако, судя по материалам, полученным при рекогносцировочном обследовании прудов, в данном случае значительный уровень содержания органических веществ в воде, скорее всего, не является следствием антропогенного загрязнения в результате поступления в эти водоемы каких-либо сточных вод. Более вероятно естественное происхождение этой органики. Дно водоемов в июле было покрыто разлагающимися листьями и ветками. В пруды, вероятно, во время дождей поступает также сток с близлежащих лугов. Возможно, что этим объясняется достаточно высокие значения сухого остатка. Не исключено также, что определенную роль играет сток с расположенной здесь небольшой бани. Но, судя по характеру водной и прибрежной растительности, этот фактор не играет здесь главной роли. Способность обоих водоемов к самоочищению весьма мала.

Дополнительных конструктивных мероприятий для пропуска паводковых расходов не требуется, так как все расходы проходят через имеющиеся водосбросные трубы и, следовательно, перелива через дамбы прудов во время паводков не произойдет.

Монастырские пруды рассматриваются как имеющие декоративное значение и как купальные. В связи с этим их реконструкция должна обеспечить, прежде всего, зрительное восприятие их как искусственных водоемов, имеющих, помимо средообразующего ещё и историческое, экспозиционное значение. Линия уреза должна быть четкой, поверхность воды зеркальной, не заросшей.

В весенний период пруды наполняются после зимней межени и существуют за счет своих запасов, накопленных в паводок. Подпитки грунтовых вод нет, так как уровень грунтовых вод

очень низок и расположен около 5 метров ниже уровня земли. При отсутствии подпитки в летний период происходит некоторое срабатывание уровня прудов. В летнее время средняя отметка прудов составляет: в первом — 211,50 м, во втором — 211,10 м. Между прудами существует связь в виде заложной в дамбе трубы диаметром 10 см. Колебания уровня воды в обоих прудах между половодьем и летне-осенней меженью не превышало 0,5 м.

Максимальная глубина прудов колеблется от 1,7 до 1,5 м, а летом 1,2 м и 1,0 м. Для предотвращения зарастания, так как глубины соответствуют толщине прогрева и развитию микробиоты, необходимо дно прудов углубить на 0,5 м. Ложем пруда являются суглинки, а мощность иловых отложений составляет порядка 1 метра. При дноуглублении 0,5 м иловых отложениях срезается, что может повлиять на кольматирующую способность подстилающих грунтов. Поэтому при реконструкции дно прудов можно отсыпать слоем тонкого песка толщиной 10 см максимум. Мелкозернистый песок заполнит пустоты между частицами грунта.

Суглинки имеют небольшие прослойки линз песков с галечниками. Таким образом, идет фильтрация из прудов, которая составляет 0,055 м/сут. Глинистый экран делать нет необходимости, так как приточность больше потерь воды. Укрепления берегов не требуется, так как размыва не происходит. С западной стороны можно отсыпать пляжи и благоустроить прилегающую территорию.

Для улучшения состояния водоемов существенным может явиться создание системы замкнутого водооборота. Благодаря ей обеспечивается циркуляция воды в прудах без образования застойных зон, что может положительно повлиять на содержание растворенного кислорода в воде, тем самым обеспечить ее самоочищение и отсутствие цветения водоемов.

Простоту устройства такой системы водооборота подсказывают весьма благоприятные природо - геологические факторы. Пруды представляют собой каскад, где вода из более высокого пруда самотеком через водопропускное устройство перетекает в более низкий пруд. Вытянутые в плане очертания прудов позволяют создать движение воды таким образом, что в циркуляцию вовлекается весь объем воды.

Если предусмотреть прилегающую зону (расположенную рядом с прудами) как зону для массового отдыха людей после посещения исторических объектов музея-заповедника "Бородино", то можно было бы учесть социально-экологический эффект реконструктивных мероприятий.

В предложенном эскизном проекте инженерной системы замкнутого насосного водооборота и струйно-вихревой аэрации, предназначенной для поддержания нормативного качества воды в прудах, решались следующие практические задачи:

1. Определение потребности воды в растворенном кислороде.
2. Определение расчетного расхода воды в системе водооборота.
3. Выбор схемы циркуляции воды и разработка компоновки основных сооружений гидроузла.
4. Определение основных размеров всех сооружений системы водооборота и расчет гидравлических потерь.
5. Выбор насосного оборудования и разработка проекта насосной станции.
6. Гидравлический расчет проточной полости вихревого аэратора и разработка конструкции аэратора, его опоры и архитектурного укрытия.

В состав системы водооборота входят следующие сооружения: водоприемник, трасса водозаборного трубопровода, трасса напорного трубопровода, насосная станция, водовыпуск, сопрягающие сооружения.

Основные требования к системе:

1. Производительность системы водооборота и аэрации по расходу воды должна быть достаточной для оказания требуемого эффекта по нейтрализации биохимической потребности в кислороде (ВПК) и преодоления дефицита растворенного кислорода.
2. Производительность системы водооборота и аэрации по расходу воды и запору должна быть достаточной для обеспечения перемешивания воды во всем массиве прудов, предотвращения образования застойных зон, равномерного распределения по акватории масс воды, насыщенных растворенным кислородом.
3. Производительность системы водооборота и аэрации должна быть выбрана таким образом, чтобы имелся некоторый резерв (по растворенному кислороду), который мог бы быть использован при возникновении критических ситуаций: сильный запах в жаркое время года, развитие сине-зеленых водорослей и т.п.

В техническом отношении система водооборота и аэрации представляет собой напорную насосную гидравлическую систему, замкнутую через массив воды в прудах. Аэрация (насыщение воды растворенным кислородом воздуха) в этой системе обеспечивается гидравлическими вихревыми аэраторами, устанавливаемыми в конце напорной линии насосов. Перемешивание воды во всем объеме прудов обеспечивается за счет вовлечения в медленное движение массива воды при перекачивании насосами воды из одной точки (низшей) пруда в другую (верхнюю) и динамического воздействия выходящих из аэратора водовоздушных струй.

В проекте рассмотрено несколько вариантов работы системы аэрации. Поскольку основное условие работы системы аэрации — обеспечивать социально-экологический эффект, работа системы должна в первую очередь обеспечить потребность водоемов в кислороде и во вторую — обеспечить рекреационный эффект в месте отдыха людей. Основной наплыв туристов на территории музея-заповедника приходится на весенне-летние месяцы и до начала октября. Часы работы — с 9-00 до 19-00 часов. Работа системы водооборота в зимние месяцы здесь не рассматриваются, так как пруды промерзают. После посещения мемориальных мест музея-заповедника туристы могут отдохнуть возле прудов, где для удобства могут быть оборудованы навесы.

Для уточнения режима работы система должна проработать 2-3 сезона и, исходя из наблюдений, можно будет точно сказать, сколько часов в день она должна действовать. Максимальная продолжительность работы может составить 10 часов в сутки в течение 5 месяцев в году, при этом суммарное количество растворенного кислорода достигнет 15 кг O<sub>2</sub>/год при водообороте 37 500 м<sup>3</sup>/год.

Создание системы водооборота и аэрации прудов благотворно скажется на состоянии водных объектов, активизирует способность к самоочищению и будет способствовать повышению качества воды. Улучшится кислородный режим в прудах. Здесь присутствует и социально-экологический эффект. Ежегодный наплыв туристов, посещающих исторические и мемориальные памятники Бородино, увеличится при создании небольшой зоны культурного отдыха и рекреационных объектов.

Сооружения, входящие в общую компоновочную схему выполнены в одном архитектурном стиле и не выделяются на фоне Спасо-Бородинского монастыря.

Реконструкция водоемов предусматривает очистку и сведение в зоне затопления кустарниковой и древесной растительности, вид которой портит ландшафт.

Влияние на окружающую природную среду во время эксплуатации насосной станции будет минимальным. В строительный период во избежание ухудшения качества воды и условия обитания водной биоты необходимо обустроить стройплощадку, исключить протечки топлива, масел и т.д, своевременно организовать сбор и вывоз мусора.

**Заключение.** В результате гидрохимических анализов установлено, что в настоящее время оба исследуемых пруда содержат значительное количество органического вещества. Поэтому, даже при небольшом увеличении загрязнения вод (например, вследствие организации постоянных экскурсий) следует ожидать резкого ухудшения качества вод и падения рекреационной ценности этих объектов. Внешне это, прежде всего, будет проявляться в возникновении заморных явлений, гибели водных животных и части растений, возникновении у воды резкого неприятного ("гнилостного") запаха. При этом, учитывая небольшие размеры прудов, подобные изменения могут произойти весьма быстро — в течение нескольких недель или даже дней.

Какие-либо высокотоксичные вещества в воде обоих прудов в момент отбора проб отсутствовали. Об этом убедительно свидетельствуют результаты биотеста. Судя по обнаруженным в момент отбора проб водным организмам (биоиндикаторам), поступление таких загрязнителей в данные водоемы не происходило и ранее. Поскольку, как уже указывалось выше, оба водоема обладают относительно низкой способностью к самоочищению, при планировании их использования в рекреационных целях необходимо предусмотреть также мероприятия по очистке вод и контролю качества водной среды.

Если оставить пруды в современном состоянии, то в дальнейшем их ждёт неизбежная полная деградация. Водные объекты представляют огромную ценность и восстановление их первоначального состояния — одна из насущных проблем современности. Особенно актуальна эта проблема для Москвы и Московской области.