

БЛАГОУСТРОЙСТВО МАЛЫХ ОЗЕР: ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ
Набеева Э.Г., Мингазова Н.М., Шигапов И.С., Мингалиев Р.Р., Назаров Н.Г., Зарипова
Н.Р., Павлова Р.Р., Кошман М.А.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия
levira_nn@mail.ru

Ключевые слова: экологическая реабилитация, малые озера, восстановление, проектирование, гидрологический режим, благоустройство, мониторинг.

В статье проанализирован опыт осуществления мероприятий по благоустройству и экологической реставрации малых озер на примере малых озер города Казани, Республики Татарстан. Выделены положительные и отрицательные последствия реализованных мероприятий.

**IMPROVEMENT OF SMALL LAKES: EXPERIENCE OF THE PROJECTS'
IMPLEMENTATION**

**Nabeeva E.G., Mingazova N.M., Shigapov I.S., Mingaliev R.R., Nazarov N.G., Zaripova N.R.,
Pavlova R.R., Koshman M.A., Galiullin R .R.**
Kazan Federal University, Kazan, Russia.

Key words: ecological rehabilitation, small lakes, restoration, designing, hydrological regime, improvement. Monitoring

The article analyzes the experience of improving and ecological restoration of small lakes on the example of small lakes of the city of Kazan, the Republic of Tatarstan and Lake Skurcha, the Republic of Abkhazia. Positive and negative consequences of the implemented measures are highlighted.

Озера, рассмотренные в данной работе, расположены в г. Казани. Все они в той или иной мере трансформированы человеком, но, в то же время являются ценностями природными и рекреационными объектами. Коллективом авторов исследовалась: географическое положение, гидрологические характеристики, гидробиологические и гидрохимические показатели, проводился анализ донных отложений и растительности озер. После изучения экологического состояния водного объекта составлялся проект экологической реабилитации водного объекта, учитывающий особенности водного объекта: наличие редких видов и природная ценность объекта, условия водопользования, качество воды. После реализации проекта проводилось повторное изучение экологического состояния для определения эффективности и достаточности мероприятий.

Озеро Харовое, г. Казань. Озеро Харовое расположено центральной части г. Казани, в юго-восточной части Кировского района между улицами Яруллина и Вахитова. По результатам инвентаризации водных объектов г. Казани озеру был присвоен инвентаризационный номер 37 / 3 – ВО для Кировского района г. Казани. Имеется экологический паспорт водного объекта, озеро включено в реестр водных объектов г. Казани Кировского района.

Озеро Харовое относится к типу малых озер, образованных под напором грунтовых вод в естественных понижениях и котлованах торфо- и пескоразработок на месте прежнего обширного болота в пойме р. Казанки. По результатам батиметрических исследований в 2007 г. площадь водного зеркала составляла 4973,2 м², длина – 100,2 м, ширина – 67,5 м, средняя глубина – 1,89 м, максимальная глубина – 3,11 м.

Озеро бессточное и не используется в качестве источника воды. Наблюдается уровенный режим, типичный для небольших озер средней полосы Европейской части России. Относится к озерам со смешанным питанием, с преобладанием в приходной части водного баланса грунтовых вод. В данном районе отмечается наиболее близкое залегание

грунтовых вод. Вода озера характеризуется сульфатно–натриево–кальциевым типом, повышенной минерализацией, высокой жесткостью.

Озеро обладает уникальным для нашей зоны природно–обусловленным сульфатным типом воды и сложившейся экосистемой, которая включает в себя большое для городских экосистем видовое разнообразие как гидробионтов, так и сопряженной фауны и флоры.

Для озера характерно видовое разнообразие, в том числе обитание 2 редких видов, занесенных в Красные книги РТ и РФ. Так, в озере массово произрастает редкая харовая водоросль – *Xara обыкновенная Chara vulgaris L. Em Wallroth*, нетипичная для городских регионов нашей полосы. Лимитирующим фактором распространения водоросли является эвтрофикация водоемов. Для сохранения вида необходима защита водоема от загрязнения (Красная книга РТ, 2006).

Озеро и его прибрежная зона являются местообитанием краснобрюхой жерлянки *Bombina bombina* (вид включен в Красную книгу РТ и в Красную книгу МСОП) и других видов амфибий.

Озеро массово привлекает водоплавающих птиц, служит местообитанием ондатры.

Озеро долгое время используется в качестве источника воды для пожарных целей (рядом располагается здание УГПС МВД РТ и бетонная площадка для подъезда).

Проблемы и угрозы экосистеме озера:

- Территория водосбора озера подверглась застройке многоэтажными домами. Угроза застройки части озера.
- Строительство метро, откачка грунтовых вод метрополитеном со станции «Козья слобода».
- К 2013 г. для озера произошло сокращение площади с 1,1 га до 0,85 га в результате зарастания растительностью мелководий в северо-западной части.

Угроза засыпки озера инициировала создание проекта по благоустройству территории вокруг озера и улучшению качества воды озера. Идеей проекта стало создание экопарка, с сохранением существующей древесно-кустарниковой растительности, местообитаний редких видов растений и животных. Реализация идеи выражалась в применении следующих мероприятий: берегоукрепление и залужение берегов; создание дорожек из натуральных материалов (камень, гравий, газонная трава), создание смотровых площадок для наблюдения за птицами из натуральных материалов (деревянные настилы); высадка деревьев и кустарниковой растительности (клен Гиннала, ель, сирень, спирея, береза, ива). Для увеличения экологической ценности водно-болотного участка предлагалась высадка ирисового луга, посадка белых ив, спиреи, кизильника.

Реализация проекта включила в себя часть идей. Озеро было защищено от застройки прибрежной территории. Сооружены смотровые площадки и домик для птиц. Прибрежная естественная территория сократилась вследствие создания дорожек из брусчатки, создания детской и спортивной площадок с искусственным покрытием.

Негативным последствием использования водонепроницаемых покрытий для озера явились: дальнейшее обмеление и зарастание озера, снижение популяции хары обыкновенной. Уничтожение кустарниковой растительности для увеличения площади открытых пространств снизило количество мест обитания для птиц и околоводных млекопитающих.

Озеро в настоящее время используется в качестве объекта рекреации для жителей прилегающих многоэтажных домов. Экологическая ценность озера при этом снизилась.

Озеро Чишмяле. Озеро Чишмяле расположено в Советском районе г. Казани около его границы с Приволжским районом у перекрёстка улиц Фучика и Чишмяле у жилого многоэтажного дома 117. По результатам инвентаризации водных объектов г. Казани озеру присвоен инвентаризационный номер 28/7–ВО для Советского района г. Казани, разработан «Экологический паспорт водного объекта» (2007) и озеро включено в Реестр водных объектов г. Казани Советского района.

Малое мелководное озеро неправильной округлой формы, предположительно суффозионного происхождения, смешанного питания – атмосферного и подземного. Жители

указывали на наличие родникового питания, косвенным признаком подземного питания была повышенная минерализация озера.

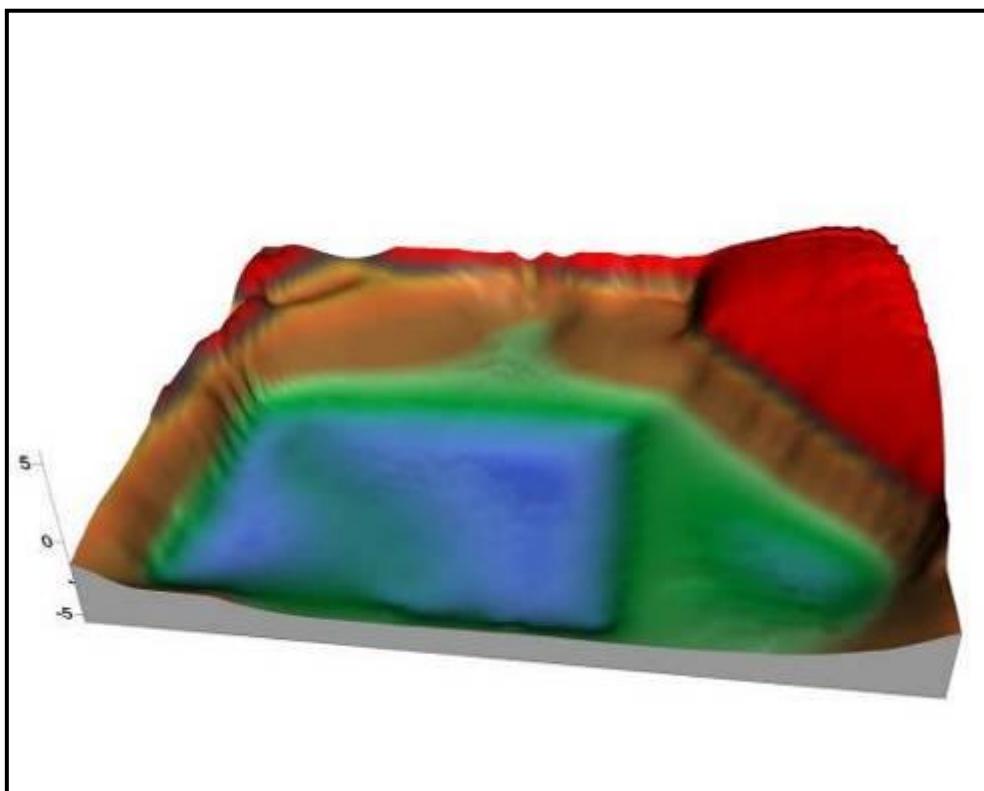


Рис. 1. Модель исследуемого участка (вид с восточной стороны)–исследования КФУ на 25.05.2015 г.

В 2009–2011 гг. озеро было полностью засыпано с целью строительства на данном участке автозаправочной станции (с откачкой воды, изъятием илов, растительности, засыпкой и утрамбовкой дна). В результате был образован строительный котлован с утрамбованной глиняной поверхностью. С 2012–2013 г., после устранения по предписанию судов строений, в образовавшемся котловане стала скапливаться атмосферная талая вода и поверхностный сток, с постепенным формированием на данном месте нового водоема с изменившимися гидрологическими характеристиками (табл.1).

Табл. 1. Морфометрические параметры водоема по ул. Чишмяле за 2007 г. (Экологический паспорт 2007 и 2015 гг.)

| Параметры | 2007 г. | 2015 г. |
|-----------------------|-------------|--------------------------------|
| Площадь | 0,09 га | 872,0 м ² (0,09 га) |
| Объем водной массы | н/д | 201,3 м ³ |
| Длина | 35 м | 37,7 м |
| Максимальная ширина | 30 м | 25,7 м |
| Средняя ширина | 25,7 м | 23,1 м |
| Длина береговой линии | н/д | 121,2 м |
| Глубина макс./ср. | н/д / 0,2 м | 0,7 / 0,2 м |

Выросла длина водоема, соответственно при неизменной площади сократились средняя и максимальная ширина. В настоящее время существующий на данном участке водоем (называемый озеро Чишмяле) с гидрологической точки зрения можно определить, как сильно трансформированный водораздельный водоем, сформированный в понижении рельефа на водоупорных глинистых горизонтах. Основным типом питания водоема является

атмосферное, уровень водного зеркала поддерживается за счет атмосферных осадков, дренирующихся с прилегающей территории в котловину водоема. Наибольший уровень водного зеркала наблюдается в весенний период снеготаяния, наименьший – в летний засушливый период. Территория водосбора сильно сокращена из-за застройки территории. Дно котловины покрыто слоем глины, фактически представляющей собой вариант экранирования глиной (так называемый «глиняный замок»).

При сравнении с результатами анализов 2007 г. очевидно снижение минерализации, жесткости и электропроводности воды, что свидетельствует об отсутствии грунтового питания и сформировавшегося типа воды.

Из сравнительного анализа по зообентосу выявлено, что озеро Чишмяле сильно отличается в состоянии 2007 и 2015 гг. Состав видов и показатели в 2007 г. соответствовали уровню эвтрофного озера в относительно устойчивом состоянии, было встречено 2 редких вида, ранее в РТ не отмечаемых.

В 2015 г. в зообентосе озер обнаружено 4 вида, редких видов не выявлено, сообщество зообентоса в угнетенном состоянии, преобладают хищные виды. В зообентосе обнаружены почвенные виды, не характерные для илов (дождевые черви). Не обнаружено ни одного индикатора чистой воды.

По данным исследований растительности в 2007 г. зеркало воды было заросшим ряской малой, ряской трехдольной и многокоренником обыкновенным на 90 %, также были отмечены стрелолист обыкновенный и рдест гребенчатый. Всего зарастание прибрежной территории составляло 96 %, зеркала воды - 90 %, общее зарастание водоема – 83 % (+ 5 баллов).



Рис. 2. Генплан реконструкции и благоустройства.

В 2015 г. водная растительность еще не сформировалась. Вокруг водоема много оголенных участков, восстановление растительного покрова затруднено тяжелым суглинистым

грунтом. Тем не менее, заметен прогресс в самовосстановлении растительных сообществ. Формирующийся молодой водоем активно застает водной и водно-болотной растительностью. Побережье, в свою очередь, застает представителями разных групп растений – наземных (семянцы тополя черного) и водных, лесных и сорных, типичных и заносных.

Идея проекта – воссоздание на прежнем месте исторически существовавшего озера, на базе формирующегося (в 2012–2013 гг.) за счет атмосферного питания нового водоема, озера под историческим названием Чишмяле (родниковое), в границах сформированного после стройки котлована на месте прежнего водоема, с использованием его глиняного дна, с подачей воды для поднятия уровня воды озера на 0,5 м, с формированием места подачи в виде родника на территории за пределами котловины и углублением и экранированием этого места подачи, соединением протоками с озером, а также с экологичным (зеленым) благоустройством прилегающей территории водосбора, формированием зеленой зоны и прогулочной террасы для рекреационных целей.

Восстановление озера планируется производить в границах сформированного после стройки котлована на месте прежнего и существующего водоема и с присоединением к нему протоками места нового котлована искусственного родника.

Существующий водоем уже имеет глиняное дно мощностью до 0,5 м, оставшееся после строительного котлована. Для этой части планируется подача воды с поднятием уровня воды озера на 0,5 м. Его характеристика (май 2015 г.): площадь – 872,0 м² (0,09 га), объем воды – 201,3 м³, длина – 37,7 м, ширина макс. – 25,7 м, ширина средняя – 23,1 м, длина береговой линии – 121,2 м, глубина макс./ср. – 0,7 / 0,2 м. При подаче воды извне максимальная глубина озера увеличится до 1,2 м. Для исключения эрозии берегов необходимо провести берегоукрепление по периметру существующего озера, а также планируемых проток и котлована «родника».

Подача воды в озеро должна производиться не постоянно, но в летнее время «родник» должен циркулировать в водной системе с небольшим фонтаном на озере (для улучшения процессов аэрации).

Биотехнические мероприятия. Посадка красиво цветущих макрофитов. По завершению гидротехнических работ необходимо создание на озере биоплато из водных и водно-болотных растений, к дополнительно существующим, с изъятием менее ценной растительности (рис. 3).

Особая специфика в благоустройстве озера Чишмяле и прилегающей территории – возможность создания прогулочной террасы над озером.

Реконструкция озера тесно связана с сохранением и формированием территории водосбора, с экологичным (зеленым) благоустройством прилегающей территории водосбора, формированием зеленой зоны и прогулочной террасы (в связи с особенностями рельефа) для рекреационных целей.

Все работы следует проводить вручную или с использованием малой техники.

Для создания прогулочной террасы следует использовать только экологические материалы. При создании террас в последующем необходимо их вертикальное озеленение и посадка красиво цветущих кустарников.

Для укрепления склонов и создания прогулочной террасы необходимо укрепление габионами, высота габионов 1 м. Представляют собой жесткий каркас, заполненный камнями. Традиционно используются для укрепления плывущих и мягких склонов.

Все работы в силу малых размеров территории проводились с использованием экологичных материалов, в щадящем режиме, вручную или с использованием малой техники.

Результаты проведенных мероприятий: произошло воссоздание экосистемы озера; благоустроено побережье с созданием рекреационной зоны; произошло создание террасных склонов из водопроницаемых натуральных материалов (габионы); создался искусственный источник подпитки.

Негативные последствия: создание искусственных берегов для увеличения глубины озера; сохранилась необходимость частичного углубления озера.

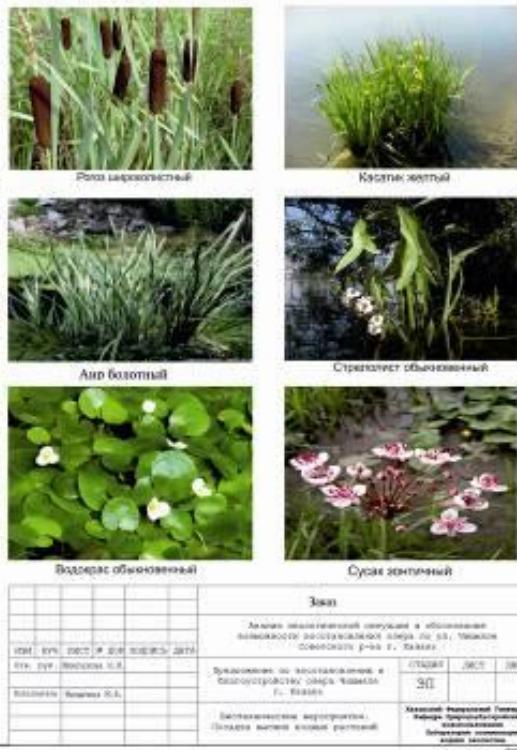
Биотехнические мероприятия. Посадка биоплата из высших водных растений

Биоплато – участки прибрежной зоны озера с естественными или искусственно высаженными зарослями растений-макрофитов. Гидроботанические площадки – специально созданные мелководные площадки с зарослями растений-макрофитов.

В качестве биофильтров, используемых в системах биологической очистки могут выступать:

- составность беспозвоночных гидробионтов-фильтраторов;
- сообщества высших водных растений (макрофитов), которые задерживают часть биогенов (азот, фосфор) и загрязняющие вещества, поступающие в экосистему с прилегающей территорией;
- бентос, задерживающий и поглощающий часть биогенов и поллютантов, мигрирующих на границе раздела вода/донные осадки;
- микроорганизмы, сорбированные назвешенных частицах, когда вода профильтровывается через зернистый субстрат с прикрепленными микроорганизмами; последние извлекают из воды растворенные органические вещества и биогены.

Высшие водные растения поглощают значительное количество биогенных элементов, снижают уровень эвтрофикации водоемов. Они поглощают загрязняющие вещества, способствуя осаждениюзвешенных и органических веществ; насыщают воду кислородом; интенсифицируют очистку воды от тяжелых металлов и нефтепродуктов. Кроме того, растения способны накапливать в своем теле металлы: камыш активно аккумулирует марганец, ирис – кальций, осока – железо, мякиша – медь.



| Заказ | | |
|--|--------|------|
| Анализ экологической ситуации и обоснование технологии восстановления озера по ЗЛ, членом советского реч. г. Татары. | | |
| Прил. куп. земель и для подачи заявки | стадия | дата |
| Прил. куп. земель и д. | ЗО | |
| Возможность восстановления в благоустройство озера Чалымка г. Казань | | |
| Возможность восстановления в благоустройство озера Чалымка г. Казань | | |
| Комплексный экологический мониторинг и оценка состояния экосистемы и водного бассейна озера Чалымка | | |

Рис. 3. План биотехнических мероприятий

Озеро Марьино. Озеро Марьино расположено в Ново-Савиновском районе г.Казани в сквере между улицами Бондаренко, Короленко, Волгоградская. Озеро относится к типу малых, мелководных озер, расположенных в пойме реки Казанки. Озерная экосистема существовала на протяжении длительного периода, в настоящее время сильно трансформирована строительством. Засыпка южного залива озера проводилась в 2005 г. привела к эвтрофированию озера.

Экологические проблемы озера: засыпка части озера и застройка засыпанной территории; обмеление, зарастание, эвтрофирование озера; замусоривание прибрежной территории; отсутствие рекреационной инфраструктуры; заморы рыбы в зимний период.

Идея проекта экореабилитации озера: создание экопарка, с умеренной рекреацией, экологическое образование. Сохранение всех компонентов экосистемы. Сохранение береговой линии, мест обитаний, древесной растительности, применение натуральных материалов для благоустройства.

В 2013 г. началось проведение мероприятий по экореабилитации озера. Мероприятия включали в себя профилактические и восстановительные. Профилактические мероприятия, направленные на снижение биогенной нагрузки с территории водосбора, осуществленные здесь: берегоукрепление, залужение берегов, высадка древесной и кустарниковой растительности в прибрежной зоне, установка информационных стендов. Восстановительные мероприятия применялись для улучшения качества воды в озере: посадка биоплата из макрофитов, удаление погруженной водной растительности, аэрация с помощью погружного аэратора.

Изучение озера проводилось в период с 2004 по 2018 гг. Анализировались гидрологические характеристики, гидрохимические, гидробиологические (зообентос, макрофиты). Длина водоема в 2004–2005 гг. составляла около 180 м, ширина от 50 м в западном конце до 100 м в восточном конце (с включением южного залива), рис. 4.

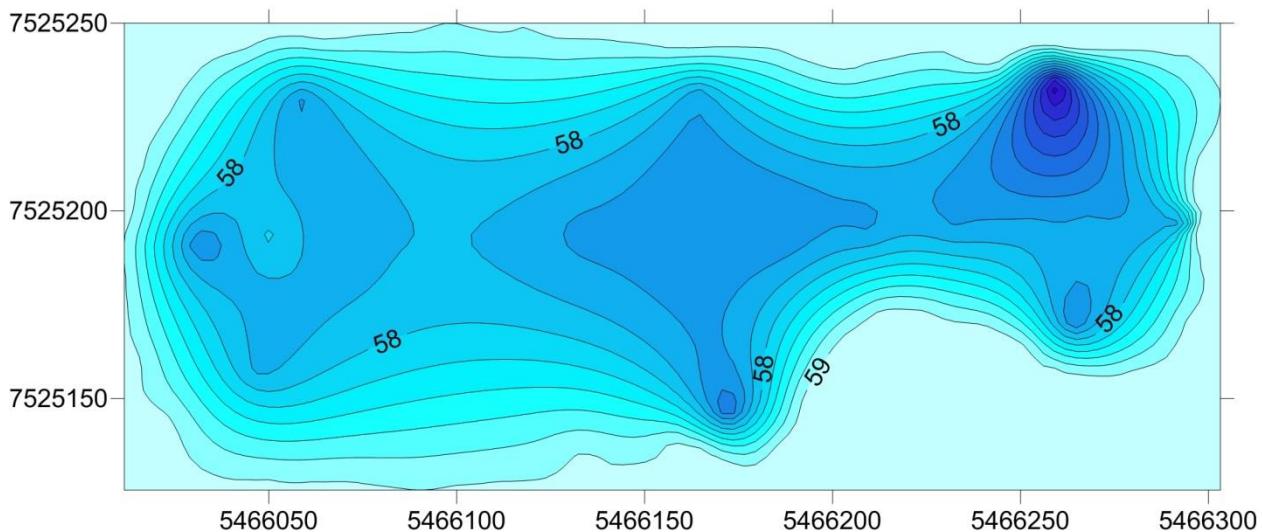


Рис. 4. Батиметрическая схема озера Марьино.

Общая площадь водоема составляла на май 2005 г. около 1,3 га, в 2018 г. – 0,8 га. На протяжении четырех этапов исследований (2005–2007–2012–2018 гг.) минеральный состав воды озера почти не менялся. Минерализация вод – «повышенная», воды – «умеренно жесткие». Качество воды стабильно, с улучшением в 2018 г. – вода озера оставалась слабо загрязненной; индекс загрязнения воды соответствовал III-му классу качества (умеренно загрязненная вода).

При исследовании флоры экопарка оз. Марьино в 2018 г. выявлено 80 видов, входящих в 31 семейство. Из них 36 видов относятся к водным растениям, а 38 видов – к околоводным растениям, которые расположены на береговой части, но близко к воде, 6 – относятся к древесным видам.

В составе зообентоса оз. Марьино выявлено 6 видов, из 6 групп. Количественные показатели зообентоса изменялись от 112,5 экз./ m^2 , биомасса – 0,81 г/ m^2 в 2012 г. до 42 экз./ m^2 , и 0,82 г/ m^2 в 2018 г. соответственно. Индекс Симпсона принимает значения 0,6–0,7, что показывает на большую выравненность и устойчивость сообщества по сравнению с 2012 г. Индекс Шеннона соответствует загрязненным водам, но выше таковых значений в 2012 г. При комплексной оценке с помощью 3 индексов можно сделать вывод о 3 классе качества вод, категории загрязненных.

При комплексной оценке состояния озера в 2018 г. можно сделать следующие выводы: увеличилось биоразнообразие растительного сообщества за счет высадки многолетних растений на клумбах; доминируют роголистник погруженный (5 баллов) и рдест блестящий. Эти растения занимают большую часть озера, вызывая зимой дефицит кислорода при отмирании и гниении.

Качество воды по гидробиологическим показателям также соответствует загрязненным водам, с тенденцией к улучшению после применения профилактических мероприятий (посадки биоплато, берегоукрепления).

Применение профилактических и восстановительных мероприятий снизило биогенную нагрузку на озеро и улучшило кислородный режим озера. Посадка биоплато увеличила биологическое разнообразие в озере засчет появления новых биотопов. Установка информационных стендов познакомило жителей с ценностью водоема. В целом на озере улучшилось качество вод по гидробиологическим показателям, укреплена береговая линия, произошло снижение вероятности эрозионных процессов, снижение количества загрязнений, поступающих с поверхностным стоком.

В настоящее время разрабатывается проект для следующего этапа экореабилитации водоема – частичного удаления донных отложений для снижения вторичного загрязнения от донных отложений и удаления заиленного песка, поступившего в водоем при засыпке части озера. Данные мероприятия позволят снизить рост макрофитов в придонной части озера и снизят биогенную нагрузку на озеро.