

становление плодородия почвы во всех кормовых севооборотах.

Структурно-агрегатный состав почвы, хотя и несколько ухудшается в полевом периоде лугопастбищных и прифермских севооборотов, в многолетнем разрезе остается в благоприятных для сельскохозяйственных культур пределах.

#### Список литературы

1. Система ведения агропромышленного производства в Республике Башкортостан [Текст] / У. Г. Гусманов [и др.]. — Уфа: Гилем, 1997. — 416 с.

2. Почвы Башкортостана [Текст] / Ф. Х. Хазиев [и др.]. — Уфа: Гилем,

1997. — С. 78–92.

Материал поступил в редакцию 20.03.08.

**Сафин Халил Масгутович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой землеустройства

Тел. 8-909-65-92-84

E-mail: safin304@mail.ru

**Каипов Яхия Зайнуллович**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Тел. 8-927-350-56-24

E-mail: akaipov@e-mail

**Атанов Талгат Сагадатович**, директор СПК «Юлбаевский» Заиларского района Республики Башкортостан

Тел. 8-917-757-27-94

УДК 502/504

### В. И. СМЕТАНИН, В. А. ВЛАСОВ

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

## ОБУСТРОЙСТВО ГОРОДСКИХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Важнейшим элементом урбосистем являются водные объекты, состояние которых во многом определяет социальную привлекательность городской территории, ее эстетическое восприятие. Поэтому разработка научных основ инженерно-экологического обустройства городских водных объектов — актуальная задача наших дней.*

*Урбосистема, водный объект, рекреация, экологическое состояние, инженерно-экологическое обустройство.*

*Today the environment for people is the urbosystems. The most important elements of the urbosystems are the reservoirs. To preserve the good state of the reservoirs is one of most important problem of many cities today. The need arises of the professional engineering-ecological improvement of the reservoirs. It is the important and essential task.*

*The urbosystem, the reservoir, the recreation, the ecological state, the engineering-ecological improvement.*

В настоящее время проблема загрязнения окружающей природной среды становится наиболее значимой не только в России, но и во всем мире. Постоянно возрастающее антропогенное воздействие негативно влияет и на современную гидросферу. Развитие промышленности, увеличение автотранспорта, использование воды на нужды сельского хозяйства приводит к повышенному загрязнению водных источников. В наи-

большей степени негативному воздействию подвержены малые водные объекты, расположенные в городской черте.

Основным критерием оценки состояния городских водных объектов в настоящее время может являться их рекреационная значимость. Под этим понятием авторы подразумевают не только степень соответствия водного объекта санитарно-гигиеническим нормам, допускающим пребывание на нем

людей, но и способность данного объекта удовлетворять эстетическим, видео-экологическим и социально-психологическим потребностям городского населения. Благоприятные условия существования людей немислимы без определенного уровня социальной привлекательности ландшафта, его эстетического и рекреационного потенциала.

Мощное антропогенное воздействие на современную гидросферу в целом и на небольшие водные объекты урбанизированных территорий приводит к необходимости применения специальных, технически совершенных и рентабельных инженерных систем для поддержания качества воды. Естественной самоочистительной способности водоемов в большинстве случаев оказывается недостаточно для переработки массы загрязнений, поступающих в водные объекты с водосборной площади, из атмосферы, с грунтовыми водами. Следует отметить, что сугубо технический подход к решению данной задачи является малоэффективным.

Программа инновационного проекта восстановления водных объектов должна включать в себя три блока.

Блок 1. Экологический аудит водного объекта, включающий следующие оценочные критерии: качество водной среды, состояние водосборного бассейна, характеристику источников загрязнения, тип водопользования и социально-экономические потребности населения.

Блок 2. Разработка и осуществление инженерно-экологических мероприятий в зависимости от уровня антропогенной трансформации водного объекта.

Мероприятия и работы, проводимые на водосборе:

организационные (совершенствование природоохранного законодательства и нормативной базы; нормирование отходов, экологический контроль, инвентаризация мест размещения и обезвреживания отходов; повышение ответственности);

технологические (рекультивация нарушенных земель; реабилитация за-

ряженных земель и территорий; создание водоохранных зон).

Работы, выполняемые в акватории водного объекта:

ликвидация источников руслового загрязнения (сапропели, минеральные илы, техногенные илы, плавающий мусор);

очистка вод от химических и бактериологических загрязнений, сырой нефти и нефтепродуктов;

активизация процессов самоочистки.

Разработка биомелиоративных мероприятий, улучшающих экологическое состояние водного объекта:

восстановление и обустройство прибрежных зон;

повышение рекреационного потенциала водного объекта и социальной привлекательности территории.

Блок 3. Инженерно-экологический мониторинг функционирования инженерно-экологической системы, обеспечивающий поддержание экологического состояния водного объекта.

Характерным примером применения данной концепции может служить проект реконструкции участка реки Лихоборки на участке вдоль Алтуфьевского шоссе.

Лихоборка — река на севере Москвы и в Московской области, самый крупный правый приток реки Яузы. Основные притоки реки Лихоборки: справа — Норишка и Жабенка; слева — Коровий овраг, Дегунинский, Бескудниковский и Владыкинский ручьи (почти все они текут в коллекторах). Из всех речек и ручьев (но не рек), протекающих по территории столицы, река Лихоборка самая длинная — ее протяженность составляет 30,2 км, в том числе в открытом русле 10,4 км (это редкость для Москвы), 17,4 км реки протекает в железобетонных трубах и 2,4 км в обводном канале. Площадь бассейна около 58 км<sup>2</sup>. Средний расход воды 0,5 м<sup>3</sup>/с [1].

По данным Госсанэпиднадзора можно судить о состоянии водного объекта до осуществления проекта по инженерно-экологическому обустройству. По длине водного объекта были

отобраны пробы воды в трех створах: створ 1 — начало Лихоборской системы; створ 2 — середина реки Лихоборки; створ 3 — конечный участок реки (таблица).

По данным, приведенным в таблице, можно сделать вывод, что вода на выходе из Лихоборской системы по большинству показателей хуже воды, поступающей в нее из Химкинского

**Основные показатели качества воды**

| Показатели  | Створ 1 | Створ 2 | Створ 3 | ПДК       |
|---|---------|---------|---------|-----------|
| Окраска   | 9       | 9       | 8       | —         |
| Хлориды, мг/л                                       | 90      | 55      | 55      | 350       |
| Медь, мг/л  | 0,001   | 0,004   | 0,004   | 1         |
| Свинец, мг/л  | 0,02    | 0,02    | 0,05    | 0,03      |
| Цинк, мг/л  | 0,003   | 0,004   | 0,004   | 1         |
| Нитраты, мг/л                                       | 4,43    | 5,91    | 6,7     | 45        |
| Бихроматная окисляемость (БПК <sub>5</sub> ), мгО/л | 5,45    | 5,85    | 5,96    | 4         |
| Растворенный кислород, мг/л                         | 9,11    | 10,94   | 10,39   | 4,20      |
| Водородный показатель pH                            | 7,88    | 8,15    | 8,86    | 6,5...8,5 |
| Взвешенные вещества, мг/л                           | 7,2     | 8,6     | 12,8    | 10        |
| Химическая потребность в кислороде (ХПК), мгО/л     | 19,2    | 23,52   | 27,44   | 30        |
| Аммонийные соли, мг/л                               | 0,74    | 1,0     | 1,62    | 2         |

водохранилища через комплекс Головинских прудов.

Хлоридов, свинца, цинка, меди, аммонийных солей на выходе содержится значительно больше. Биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>) и химическое потребление кислорода (ХПК) — выше предельно допустимой концентрации (ПДК). По показателю «взвешенные вещества» ПДК превышает верхний предел — 10 мг/л (на входе этот показатель равен 7,2 мг/л). По показателю «окраска» вода на входе и на выходе системы практически не меняется и не соответствует гигиеническим требованиям. Таким образом, одни только природоохранные меры сегодня не могут дать желаемого эффекта.

В состав работ по эксплуатации водного объекта, проводимых ГУП «Мосводосток», входили мероприятия по ликвидации источников руслового загрязнения, по активизации процессов самоочищения, уборке мусора в зоне уреза воды и пятиметровой зоне с каждой стороны, по очистке решеток. Очевидно, что эти работы недостаточны для поддержания качества воды в водном объекте. Возникает серьезная необходимость инженерно-экологического

обустройства водного объекта, т.е. комплексного решения инженерно-технических и экологических проблем как в русловой части, так и на прибрежных территориях.

В настоящее время территория природного комплекса преобразована в парк «Отрада». В едином комплексе реализована общая концепция инженерно-экологического обустройства в соответствии с принципами ландшафтной архитектуры. Возникновение парка «Отрада» можно считать событием как по масштабу предпринятых работ, так и по уровню дизайна. «Сквозной» дизайн представляет собой удачный образец творчества человека и природы: сложные особенности местности возделаны и образуют союз «стихий» и изощренного ландшафтного искусства. При проектировании стояла сложнейшая задача реабилитации деградировавшей территории — изрытых горизонтальных участков, перемежающихся с большими перепадами рельефа в пойме заболоченной реки. Перепады отметок обусловлены искусственными насыпями, возникшими при массовом строительстве 1970-х гг.

По проекту благоустройства долины реки Лихоборки предполагалось поэтапное освоение территории. Первая

очередь — участок площадью около 5 га вдоль русла реки, вторая — около 10 га.

Лихоборские ворота отмечают входную площадку парка на пересечении Сигнального проезда и Алтуфьевского шоссе (рис. 1а). От ворот, представляющих собой «тетрапилон» из отвалов орешника, начинается лестница, ведущая в низину, к пойме. Сквозная тема вертикальных связей на разных уровнях сложного рельефа поддерживается на всем участке. Лестницы и пандусы преодолевают большой перепад отметок, соединяя уровни входа с руслом Лихоборки (рис. 1б). Непрерывная связь всех зон парка с юга на север и восток осуществляется также с помощью четырех мостиков, перекинутых через реку. С окружающей застройкой парк соединен несколькими входами и кольцевым маршрутом вдоль жилых домов и Владыкинского проезда (с востока).

Создан новый образ городского паркового пространства, в котором максимально использованы естественные ресурсы — вода, рельеф и растительность, оставленные практически нетронутыми. Недостатки местности превращены в достоинства: натуральные болота и заливной луг не подверглись осушению (рис. 1в). Парк предоставляет идеальные условия для использования территории в рекреационных целях. Все главные планировочные узлы — южный и центральный входы, площадки отдыха, декоративный источник, детские площадки — связаны между собой единым линейным маршрутом вдоль русла реки.

Линейный двухчастный характер планировки территории задан руслом Лихоборки и спускающимися к ней крутыми откосами. Благодаря уположению откосов устроены промежуточные бермы. Откосы вдоль русла реки выровнены. На бермах откосов устроены дороги, покрытия которых выполнены из фильтрующего материала (галки, песка). Такие мероприятия способствуют переводу части поверхностного стока во внутритпочвенный. Грунт

как геохимический барьер задерживает вредные вещества, препятствуя их попаданию в реку. Бетонные подпорные стены, защищающие дорожки от размыва, облицованы натуральным камнем (рис. 1г). Над заболоченными участками устроены деревянные мостки-тропы на сваях (рис. 1д).

Конфигурация русла реки подверглась частичному изменению, дно углублено и расчищено, в результате чего удалось добиться улучшения кинематики потока за счет снижения скоростей и, как следствие, уменьшения размыва берегов. Кроме того, в русле реки устроен аэратор-перепад для насыщения воды кислородом. Коробчатые габионы и ряжевые стенки из бревен лиственницы служат береговым укреплением (рис. 1е).

В геометрическом центре территории возвышается девятиметровая насыпная дамба, которая делит парк на две зоны — южную и северную. С центральной площади открывается панорама обеих берегов Лихоборки. Перепад рельефа на дамбе позволил подготовить площадки на двух уровнях. В этой части парка оформлен декоративный источник в форме фонтана с высокой (около 1,5...2 м) подпорной стеной из натурального камня. Стена укрепляет крутой склон и фиксирует место отдыха.

Вдоль русла ручья устроены скамьи для отдыха и цветники. При осуществлении биомелиоративных мероприятий учтена вся сложность рельефа. Кустарники укрепляют склоны, сочетаясь с каменными подпорными стенками. Болотные композиции повышают декоративный эффект низинных участков. Древесные насаждения чередуются с цветочными лугами на верхней террасе. Устройство древесно-кустарниковых полос способствует защите территории от водной эрозии и препятствует размыву грунтов (рис. 1ж).

По дорожке, связывающей жилой район с промышленной зоной, происходит самое интенсивное движение. Здесь поставлен один из главных парковых объектов — качели. Их основой



служат бревенчатые колонны диаметром около 60 см, образующие единую структуру со скамьями и качелями.

Рекреационные зоны включают все без исключения парковые объекты — водосливы, мостики, ограждения, скамьи, площадки, террасы, навесы и т.д. Особая роль отведена плотине. Она ка-

муфлирует биоэкологический коридор (наблюдается увеличение численности птиц, рыб, земноводных). Двухпролетное основание плотины скрывает трубы, по которым течет река. Гребень плотины украшен навесом от дождя в форме перголы. Сооружение представляет собой видовой балкон (рис. 1з).



а



б



в



г



д



е



ж



з

Рис. 1. Благоустроенный участок реки Лихоборки: а — лихоборские ворота; б — лестницы и пандусы, ведущие к пойме; в — натуральные болота и заливной луг; г — обустроенные дороги вдоль русла реки; д — деревянные мостики-тропы на сваях; е — аэратор-перепад, ряжевые береговые стенки и коробчатые габионы; ж — болотные композиции и древесно-кустарниковые полосы; з — двухпролетное основание плотины

На основании балльной оценки экологического состояния, предложенной ГУП «Институт МосводоканалНИИпроект», и комплексных исследований ФГОУ ВПО МГУП состояние участка реки Лихоборки в современных условиях после осуществления проекта реконструкции может быть оценено следующим образом.

В соответствии с балльной оценкой анализ общего экологического состояния водного объекта проводился по ряду ключевых параметров с разделением последних на пять категорий, каждой из которых присвоен балл. Принята пятибалльная шкала. Чем выше балл по конкретному показателю, тем хуже экологическое состояние. По совокупности баллов можно судить об общем экологическом состоянии водного объекта: 8 баллов — хорошее экологическое состояние; 40 баллов — неудовлетворительное экологическое состояние.

Рекреационная значимость: водный объект, расположенный на территории парка — 1.

Культурно-историческая ценность: статус особо охраняемого природного или культурно-исторического водного объекта — 1.

Генезис водного объекта: городской водный объект природного происхождения — 1.

Социальная привлекательность: водный объект, входящий в состав основных элементов пейзажа городской территории, являющийся одним из главных факторов, формирующих высокий видеоэкологический потенциал данного участка — 1.

Степень экологической деградации: слабая антропогенная деградация — 2.

Урбанизация водосборного бассейна: урбанизированная территория водосборного бассейна — менее 50 % — 2.

Современный уровень антропогенной трансформации водного объекта по сравнению с его историческим обликом в доиндустриальную эпоху: конфигурация водоема подверглась частичной трансформации, некоторые участки сохранили свой первоначальный облик — 2.

Степень инженерно-экологического обустройства и его эффективность: инженерно-экологическое обустройство, обеспечивающее приемлемое экологическое состояние в течение длительного срока (с учетом возможного изменения уровня и характера антропогенной нагрузки) — 1.

На основании проведенного анализа следует, что водный объект находится в относительно хорошем экологическом состоянии (сумма баллов составляет 11), следовательно, осуществление проекта реконструкции участка реки Лихоборки привело к значительному улучшению экологической обстановки.

Результаты гидротехнических и гидрохимических анализов проб воды, содержание тяжелых металлов и других токсичных элементов в воде приведены на рис. 2, 3.

Пробы воды были отобраны по длине лихоборской системы в 10 створ

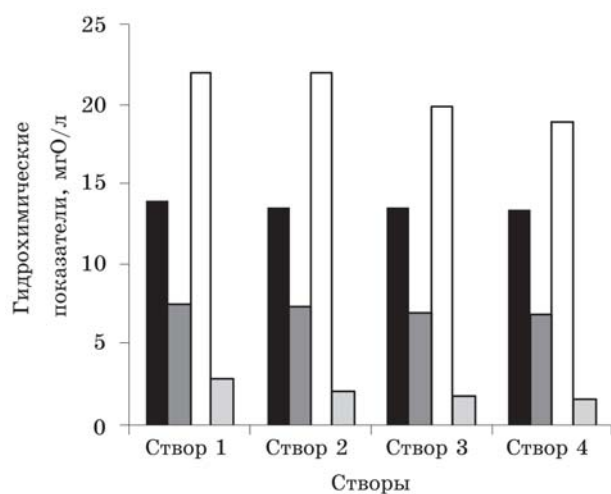


Рис. 2. Гидрохимические показатели качества воды: ■ — растворенный кислород, мгО/л; ■ — перманганатная окисляемость (ПО), мгО/л; □ — бихроматная окисляемость (ХПК), мгО/л; □ — биохимическое потребление кислорода (БПК), мгО/л

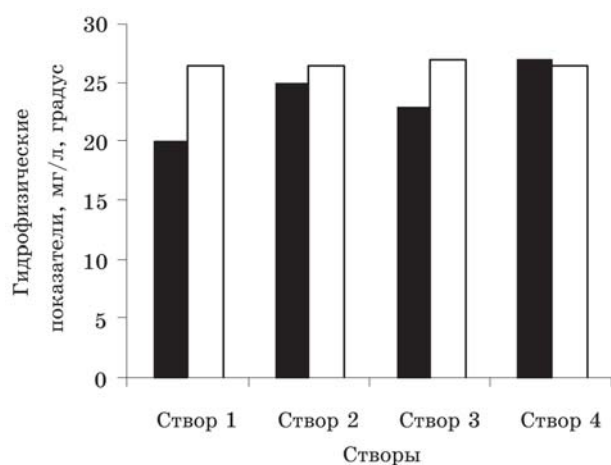


Рис. 3. Гидрофизические показатели качества воды: ■ — взвешенные вещества, мг/л; □ — цветность, градус

рах. Створы 7...10 находятся непосредственно в зоне, где проводились работы по благоустройству в соответствии с проектом реконструкции реки.

Имеющиеся классификации качества воды Л. П. Брагинского, В. Н. Жукинского и других ученых позволяют оценить экологическое благополучие водного объекта при различных уровнях его загрязнения. В соответствии с данными классификациями показатели качества воды в зависимости от их количественного содержания разделены на определенные классы. Каждый класс качества воды ранжируется на разряды. Это позволяет достаточно точно оценить состояние водного объекта. В реальных условиях при оценке качества поверхностных вод используется ограниченное число показателей качества, которые наиболее полно отражают химический состав вод [2].

На реконструируемом участке реки Лихоборки реализован проект инженерно-экологического обустройства. В состав работ включены мероприятия по рекультивации и реабилитации загрязненных земель, ликвидации источников руслового загрязнения, активизации процессов самоочищения, осуществлены биомелиоративные мероприятия, восстановлены и обустроены прибрежные зоны. Значительно повышен рекреационный потенциал и социальная привлекательность территории. В результате выполненных работ достигнута главная цель проекта — улучшено экологическое состояние водного объекта. На участке, где был осуществлен проект реконструкции (створы 7...10), наблюдается снижение количества загрязняющих веществ в воде по сравнению с необустроенными зонами.

### Выводы

По основным органолептическим показателям (запаху, окраске) водный объект находится в относительно удовлетворительном состоянии — специфических запахов не обнаружено, интенсивной окраски воды не наблюдается, что свидетельствует об относительно низком количестве производственных сточных вод.



По гидрофизическим показателям (в диапазоне):

класс качества воды 2 — 3 (чистая — удовлетворительно чистая);  
 разряд качества воды 2б — 3а (вполне чистая — достаточно чистая).

По гидрохимическим показателям (в диапазоне):

класс качества воды 2 — 3 (чистая — удовлетворительно чистая);  
 разряд качества воды 2б — 3б (вполне чистая — слабо загрязненная).

Тяжелые металлы в концентрациях, превышающих предельно-допустимую концентрацию, в водном объекте не обнаружены.

При осуществлении проекта реконструкции водного объекта целесообразно найти комплексное решение инженерно-технических и экологических задач.

Устойчивое улучшение экологического состояния городских водных объектов может быть достигнуто только за счет совершенствования технологий очистки и разработки концептуальных положений, опирающихся как на материалы исследований, так и на реальные возможности осуществления тех или иных задач, принципов и эффективных способов

экологического регулирования [3].

#### Список литературы

1. **Поспелов, Е. М.** Топонимический словарь Московской области : названия рек, ручьев, озер, прудов [Текст] / М. Е. Поспелов. — М. : Информационно-издательский дом «Профиздат», 2005. — 320 с.

2. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза [Текст] / Б. Ф. Никитенков [и др.] // Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза. — М. : ФГОУ ВПО МГУП, 2001. — С. 96–101.

3. **Сметанин, В. И.** Восстановление и очистка водных объектов [Текст] / В. И. Сметанин // Восстановление и очистка водных объектов. — М. : КолосС, 2003. — С. 5–20.

Материал поступил в редакцию 17.09.08.

**Сметанин Владимир Иванович**, доктор технических наук, профессор кафедры организации и технологии строительства объектов природообустройства, декан эколого-мелиоративного факультета

Тел. (495)976-07-10

E-mail: Smetanin2000@yandex.ru

**Власов Василий Анатольевич**, аспирант, ассистент кафедры организации и технологии строительства объектов природообустройства

Тел. 8-903-299-05-58

E-mail: vlasovvasily@yandex.ru