

В любительских и промысловых отловах ранее многочисленных стерляди, сазана, судака, щуки. Ухудшение экологической обстановки, а именно повышенная (и прогрессирующая) загрязненность участков акватории выше и ниже дамбы (по гидробиологическим, флористическим, герпетологическим и органолептическим тестам), неудовлетворительная способность водных экосистем к самоочищению (по гидрхимическим тестам), существенное сокращение рыбного стада как в таксономическом, так и количественном отношении и несоответствие общей санитарной обстановки рекреационных островных территорий санитарным правилам содержания территорий населенных мест без принятия срочных мер будет неизбежно усугубляться. Экономический ущерб в результате потерь биологических ресурсов составит (с учетом лаг времени 50 лет) более 280 млн. рублей.

Деградация экологических систем рекреационной зоны может в конечном счете обусловить потерю многомиллионных средств, вложенных населением в дачные участки, и привести тем самым к непредсказуемым социальным последствиям.

В качестве первоочередной и безотлагательной меры необходимо сооружение в дамбе водостока, обеспечивающего удовлетворительную проточность между верхним и нижним участками рассматриваемого района. Необходимо также решить вопрос о правовом статусе рекреационных островов, незаконное и научно не обоснованное владение которыми на-

носит очевидный ущерб как природе, так и обществу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г. Г., Лаврентьева Г. М. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах.— Зоопланктон и его продукция.— Л., 1982.
2. Кривошукский Д. А. Методы изучения хозяйственной деятельности человека на животное население почв.— Методы почвенно-зоологических исследований.— М., 1975.
3. Марков М. В. Флора и растительность пойм рек Волги и Камы в пределах ТАССР.— Уч. записки КГУ.— Т. 115.— Кн. 5.— Казань, 1955.
4. Новиков Г. А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных.— М., 1982.
5. Определитель растений Татарской АССР.— Казань, 1979.
6. Рвинн Ю. С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах. Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае.— Новосибирск, 1967.
7. Санитарные правила содержания территорий населенных мест.— М., 1988.

Поступила 23.11.93.

ECOLOGICAL SITUATION IN THE SECTION OF THE VOLGA BETWEEN THE SETTLEMENTS VASILYEVO AND ARAKCHINO OF THE TATARSTAN REPUBLIC

A. S. Ayupov, V. A. Boiko, B. R. Grigoryan, A. N. Salakhutdinov, O. N. Fedoseev, I. D. Golubeva, T. N. Shpak, V. A. Abashev, M. G. Ovcharkina

Summary

The complex research of ecological situation near the automobile bridge across the Volga river showed the serious ecological tension after the solid dam construction. The negative tendencies will progress without corresponding measures. The economical damage as the result of biological resources lost will be about 280 mln. rubles (according to 1991 year data).

УДК 628.394+577.472.614+581.526.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ОЗДОРОВЛЕНИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Р. Б. Петрова, Е. В. Фадеева

Институт экологии природных систем (директор — канд. техн. наук Р. А. Шагимарданов) АН РТ

Для обезвреживания поверхностных вод перспективны и экономически выгодны биологические пруды, заселенные высшими водными растениями (макрофитами). Благодаря своим морфологическим и экологическим особенностям они участвуют в механической и, особенно, в биологической

миграции загрязнений. Механическая деятельность водных растений заключается в фильтрации, задержании и накоплении рассеянных веществ, поступающих с поверхностным стоком с водосборной площади [9]. Биологическая роль сводится к активному изъятию и поглощению органических

и минеральных элементов с использованием их в процессе метаболизма [1]. Опыт изучения экологии водных растений показывает, что они могут развиваться в очень сильно загрязненных органическими и неорганическими соединениями реках и озерах. Удаляя из воды неорганические соединения, они регулируют солевой состав. Особенно это относится к неорганическим солям азота, способствующего «цветению» воды. Чаше концентрация биогенных элементов в растениях выше, чем в воде водоема, то есть микрофиты выступают как аккумуляторы макро- и микроэлементов. Так, например, тростник обыкновенный при сухой массе до 3 кг на 1 м² способен в течение всей вегетации извлекать из воды 45 г азота, 18 г фосфора, 22 г калия и 33 г хлора, рогоз узколистный при массе до 3,6 кг/м² — соответственно 38 г азота, 32 г фосфора, 50 г калия, 75 г хлора [8]. Как видно, эта способность у разных растений различна; кроме того, она зависит от сезона года, глубины и места произрастания.

Установлено, что присутствие водных растений способствует также интенсивному снижению концентрации фенолов. Например, в аквариумных опытах фенолы в концентрации 100 мг/л исчезают из раствора за 15—20 суток, а при концентрации от 10 до 1 мг/л — в 2—5 раз быстрее. В контрольных опытах без растений наблюдалось лишь 10—15% снижение уровня фенола [7]. Высшие водные растения поглощают фенолы в процессе метаболизма [8]. Часть поглощенного фенола транспортируется и выделяется в филлоферу, а часть, по видимому, накапливается в органах растений и включается в общий метаболизм.

В естественных условиях замечено что, несмотря на поступление нефти и нефтепродуктов в верховьях, большого скопления их в заросших участках рек не происходит [6]. В присутствии растений нефтяная пленка разрушается значительно быстрее.

Нашими многолетними опытами в лабораторных условиях, а также вегетационными и производственными испытаниями был доказан факт ускорения процессов очистки воды от нефти. В опыте с внесением нефти в концентрации, равной 1 г/л, поверхность

воды почти полностью (на 90%) освобождалась в присутствии следующих растений: рогоза широколистного — на 3—5-й день, камыша озерного — на 5—6-й, рдеста туполистного — на 5—7-й, тростника обыкновенного — на 4—8-й, рогоза узколистного — на 5—9-й день. В контрольных сосудах без растений аналогичный результат был получен лишь на 28—32-й день.

При концентрации до 10 г/л нефтяная пленка на 50% площади исчезала на 28—36-й день, в контроле же она оставалась неизменной и на 90-й день. При циркуляции воды (путем вращения винта) в сосуде с рогозом широколистным пленка нефти полностью исчезала на 56-й день; в контроле (с неподвижной водой) за это же время пленка изменялась на 50%. Ускоренное разложение нефти связано с интенсификацией жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, стимуляцией ее в результате дополнительной аэрации.

Наиболее устойчивыми к повышенным концентрациям нефти оказались рогоз узколистный и камыш озерный из погруженно-укореняющихся растений — элодея канадская. При концентрации нефти да 1 г/л эти растения отличались лучшей физиологической характеристикой: у них улучшался тургор, наблюдались более яркая окраска, обильное побегообразование и ускоренный прирост. Суточный прирост у камыша озерного, например достигал 6 см, тогда как в контроле — 1—2 см [3].

Отмечено увеличение численности сапрофитных бактерий в сосудах с концентрацией нефти до 1 г/л к 3—4-му дню опыта: с рогозом — в 1,5, с камышом — в 2 раза, затем она резко снижалась. Увеличение численности микроорганизмов вызвано их усиленным размножением вследствие потребления нефтепродуктов. По мере исчезновения нефти число их постепенно уменьшалось.

Закономерен вывод о том, что водные растения являются не только механическим фильтром, задерживающим взвешенную и пленочную нефть. Идея об активирующей роли метаболических выделений проверена на рогозе узколистном. Наличие в выделениях рогоза узколистного легкоусвояемых микроорганизмами углеводов

является, вероятно, причиной увеличения численности нефтеокисляющих бактерий, использования большого количества нефти.

Результаты многолетних исследований позволили нам разработать биологический метод очистки нефтесодержащих и высокоминерализованных сточных вод. Метод заключается в создании биологических прудов с заселением в них водных макрофитов [4].

Впервые на территории Татарстана подобные пруды были построены ПО «Татнефть» по нашим рекомендациям в 1977 г. на ручье Мурат. Это была двухступенчатая схема, включающая два последовательно расположенных пруда с различными параметрами: 1-й — площадью в 3 га, глубиной от 0,5 до 2 м; 2-й — площадью в 4,5 га, глубиной от 0,3 до 1,7 м. Соответственно и видовой состав растительности на них отличался друг от друга. Первый, наиболее глубоководный, на 60% был покрыт ковром, состоящим из ряски малой; по берегам располагались заросли рогоза широколистного и тростника обыкновенного. Второй пруд был мелководным по всей акватории, сплошь заросшим полупогруженными водными растениями. Проектное покрытие — 80—100%. Господствующее положение по площади зарастания занимал рогоз широколистный с фитомассой около 70 т. В общей сложности на площади биопруда в 4,5 га насчитывалось около 140 т фитомассы.

Пруды прошли промышленные испытания на способность ускорять процессы очистки нефтесодержащих стоков. После заполнения и установления заданного режима (расход воды — 100 л/с) пруды были поставлены под рабочую нагрузку. Осуществлялось искусственное загрязнение чистой от нефти воды путем залпового сброса определенного количества сырой нефти в ручей, входящий в 1-ю ступень биопруда. Высокоминерализованные стоки подавались равномерно из трубопровода, отведенного из основного коллектора цеха подготовки нефти головного сооружения нефтепровода «Дружба». Контроль за очисткой воды в прудах производился в течение 2 недель с определением нефтопродуктов, БПК₅, ХПК, нефтеокисляющих бактерий, хлоридов, сульфатов,

гидрокарбонатов, кальция, магния, калия, натрия в 3 постах: в зоне сброса загрязнений, на выходах 1 и 2-й ступеней пруда.

Анализы взвешенных и растворенных нефтепродуктов показали, что в 1-й ступени биопруда происходит основное (до 90%) снижение концентрации нефти, во 2-й — достигается почти полное освобождение воды от нефтепродуктов. Численность нефтеокисляющих микроорганизмов находилась в прямой зависимости от концентрации нефтепродуктов в воде.

Наряду с очисткой воды от нефти в биопрудах происходит снижение минерализации благодаря потреблению растениями минеральных элементов. При своевременной уборке фитомассы из прудов можно удалить огромное количество загрязняющих веществ. С учетом высокой эффективности биопрудов в повышении качества воды и их роли в предотвращении загрязнения природных водоемов нефтяниками были построены десятки подобных прудов. Строительство их не требует больших затрат и сложного оборудования. Экономический эффект от внедрения описанных биопрудов за счет предотвращения загрязнения протекающих ниже водотоков в первые же годы их работы превысил 1 млн. рублей.

Технологические схемы с созданием биоинженерных сооружений были использованы с целью предотвращения загрязнения водохранилища на р. Суре, предназначенного для обеспечения питьевой водой населения г. Пензы и орошения сельхозугодий. В первые годы существования этого водоемисточника вода была почти непригодна для питья. Отмечалось обильное цветение воды, вызванное интенсивным размножением сине-зеленых водорослей за счет высокого содержания биогенных веществ, поступающих при распаде остатков травянистых и кустарниковых на недостаточно очищенном ложе водохранилища. Кроме того, на режим формирования качества воды значительное влияние оказывает поступление большого количества загрязняющих веществ по р. Суре и непосредственно по ручьям самого водохранилища, в которые сбрасываются сточные воды многочисленных промышленных предприятий, объектов коммунально-бытового и сельского

хозяйства, а также рассеянные стоки с прилегающих сельхозугодий.

При обследовании санитарно-бактериологического и гидрохимического состава вод ручьев водохранилища было установлено, что по ним в водоем поступали стоки животноводческих объектов. В устьевых зонах водотоков значения БПК полн. в десятки раз превышали допустимые нормы сброса. Показатели ХПК наиболее высоки в воде ручьев левобережья: Камайке — 240, Шиверге — 540, Казеевке — 680, Ранго-Лисьме — 1040, Куле — 2000 мг/л. Насыщенные органическими веществами, биогенными элементами, поступаая в обширные мелководные зоны водохранилища, они создают благоприятную среду для обильного размножения зеленых и сине-зеленых водорослей.

С учетом данных многолетних комплексных исследований гидрохимического и санитарно-бактериологического режимов нами были разработаны «Рекомендации по улучшению качества воды Сурского водохранилища» [4].

В 1988 г. был построен двухступенчатый биопруд на реке Шиверга, назначение которого заключалось в естественно-биологической очистке ливневых стоков, смываемых сточных вод с сельхозугодий (нефтепродукты, удобрения, стоков тепличного хозяйства и в аккумуляции твердого стока с водосборной площади. 40% площади 1-й ступени мелководного биопруда было заселено макрофитами путем поясного расположения их по акватории с учетом глубины. 1-й пояс составляли заросли рогоза широколистного (до 0,3 м глубины), 2 и 3-й — полосы рогоза узколистного. Время контакта загрязненной воды ручья с растениями удлинилось до 35 часов. После достижения предусмотренной площади зарослей (на 2-й год после посадки) анализы на гидрохимический и санитарно-бактериологический состав воды на входе и выходе показали значительные улучшение ее качества. Отмечено (в среднем за 2 года): 1) повышение прозрачности на 20—40 см; 2) увеличение содержания количества растворенного кислорода в 1,2—2 раза; 3) снижение содержания нитритов — в 15 раз, фосфатов — в 1,2, БПК полн. — в 1,2, хлоридов — в 1,6; железа — в 2 и коли-индекса — в

100 раз [2]. На месте загрязненного ручья возник водоем с чистой водой, на второй год существования там появились рыбы, поселились утки. Помимо очистки и оздоровления воды от различных загрязняющих веществ и защиты от их поступления в Сурское водохранилище, пруд стал надежным объектом рекреации для населения.

Согласно «Рекомендациям...» на Сурском водохранилище предусматривается строительство еще нескольких сооружений на ручьях Кула, Медоевка, Алферовка и др. [5].

Таким образом, на практике доказана эффективность применения биотехнических сооружений для защиты поверхностных вод от локальных и рассеянных источников загрязнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Н. А., Николаев В. Е., Петрова Р. Б., Торпищева А. В. Материалы IV Всесоюзного симпозиума по совершенствованию проблемы самоочищения и регулирования качества воды. — Таллин, 1972.
2. Акт внедрения биологического пруда по очистке поверхностных вод на р. Шиверга (левый приток Сурского водохранилища). — М., 1988.
3. Морозов Н. В., Петрова Р. Б., Петров Г. Н. // Гидробил. журн. — 1969. — № 4.
4. Морозов Н. В., Николаев В. Н., Петрова Р. Б. и др. Способ очистки сточных вод в биологических прудах. — А. с. № 918277 от 12.09.1979 г.
5. Морозов Н. В., Петрова Р. Б., Кожемякин Н. М. Рекомендации по улучшению качества воды Сурского водохранилища. — Пенза, 1985.
6. Петров Г. Н., Петрова Р. С. Материалы I Всесоюзного симпозиума по вопросам самоочищения водоемов и смешения сточных вод. — Таллин, 1965.
7. Стом Д. И., Тимофеева С. С., Белых Л. И. и др. Самоочищение и биоиндикация загрязненных вод. — М., 1980.
8. Францев А. В. Теория и практика биологического самоочищения загрязненных вод. — М., 1972.
9. Эйнон Л. О. Макрофиты в экологии водоемов. — М., 1992.

Поступила 10.11.93.

USE OF BIOENGINEER CONSTRUCTIONS IN THE SANATION OF SURFACE WATERS

R. B. Petrova, E. W. Fadeeva

Summary

Here the results of the long-term research in the sphere of the role of high aquatic plants in the acceleration of the process of self-purification of water are adduced.

We propose the creation of bioengineer constructions for the purpose of prevention surface-waters from pollution.