

УДК 502/504:627/628.4+712:574.6

С.В. Кривицкий, канд. геогр. наук

ООО Инновационная компания «Экология и природа»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рассматриваются природоохранные технологии, используемые для сохранения и восстановления природных ландшафтов и биоразнообразия. Предлагаемые биоинженерные технологии позволяют решать проблемы восстановления окружающей природной среды, в частности способствуют экологической реабилитации водных объектов и очистке загрязненных поверхностных стоков.

The author discusses some nature protection technologies used for conservation and restoration of natural landscapes and biodiversity. The suggested bioengineering technologies make it possible to solve some problems of restoration of the environment, promoting in particular the ecological rehabilitation of water bodies and purification of contaminated surface flows.

В настоящее время Правительство Москвы реализует экологическую программу, которая имеет своей целью восстановление деградированных городских территорий, водоемов и малых рек*. Специалисты Инновационной компании «Экология и природа» принимают активное участие в экологической реабилитации городских объектов, предлагая собственные разработки по биоинженерным природоохранным мероприятиям. Накопленный практический опыт восстановления природных объектов города позволяет сформулировать основные рекомендации по использованию биоинженерных технологий для восстановления деградированных территорий.

Биоинженерная технология экологической реабилитации водных объектов. Многие городские пруды в настоящее время находятся в запущенном состоянии: берега водоемов и акватории завалены бытовым и строительным мусором, дно водоемов заилено, поверхность воды покрыта нефтяной пленкой, вода зачастую имеет неприятный запах, берегозащитные и гидротехнические сооружения разрушены, берега эродированные, качество воды в водоемах не соответствует санитарно-гигиеническим нормам.

Техногенные загрязнения водоемов хозяйственно-бытовыми и промышленными стоками приводят к нарушениям ес-

тественной жизнедеятельности водных экосистем, уменьшению биологического разнообразия и, в конечном счете, к эвтрофикации водоемов.

Проведение работ по восстановлению качества воды в водных объектах зависит от функционального назначения водоема.

Автором предложена следующая типизация городских водоемов.

Рекреационные пруды — пруды, находящиеся в зоне жилой застройки и испытывающие большую антропогенную нагрузку. Для восстановления таких водоемов целесообразно использовать принцип ландшафтного дизайна применительно к городскому ландшафту.

Пруды природного комплекса города Москвы — пруды, находящиеся в лесопарковой зоне города и на особо охраняемых природных территориях и предназначенные в основном для отдыха населения. Пруды, находящиеся в лесопарковой зоне города, являются частью природного комплекса, поэтому все природоохранные мероприятия выполняются с учетом окружающего ландшафта.

Пруды, расположенные на территории природно-исторических парков города, находящихся под охраной государства, частично предназначенные для целей рекреации. Восстановление водоемов и прибрежной зоны проводят с целью сохранения облика природного объекта как элемента садово-парковой архитектуры в природно-историческом парке. Благоустроительные работы и озеленение на этих объектах осуществляют под надзором Главного управления охраны памятников, Департамента природопользования и охраны окру-

*Постановление Правительства Москвы №102-ПП от 25 февраля 2003 года «О целевой среднесрочной экологической программе города Москвы на 2003–2005 годы» и Постановление Правительства Москвы №355-ПП от 17 апреля 2001 года «О Генеральной схеме отвода и очистки поверхностного стока с территории города Москвы на период до 2010 года».

жающей среды города Москвы с учетом существующего исторического ландшафта.

Технические пруды — пруды городской системы водоотведения. Как правило, это пруды-отстойники, предназначенные для сбора поверхностного стока с территорий жилой застройки. В последнее время эти пруды восстанавливают — ремонтируют гидротехнические сооружения, озеленяют и благоустраивают прибрежную зону в рекреационных целях.

Экологическую реабилитацию водных объектов целесообразно проводить в три этапа.

Этап 1. Сбор исходных данных и разработка природоохранных мероприятий. Проводят сбор исходных данных по санитарно-экологическому состоянию водоема, его гидрологической и гидробиологической характеристикам, ботанической характеристике береговой зоны, оценивают состояние гидротехнических сооружений. Собранные данные служат основой для разработки практических мероприятий по экологической реабилитации.

Этап 2. Техническая реабилитация. Проводят техническую реабилитацию водоема, а именно: осуществляют выемку загрязненных иловых отложений, ремонтируют гидротехнические сооружения (плотины, колодцы), укрепляют берега.

Этап 3. Биологическая реабилитация. Высаживают специальные водные растения, водоем заселяют живыми организмами и производят зарыбление. Прибрежную защитную полосу озеленяют, благодаря чему снижается количество загрязняющих веществ, попадающих в воду с поверхностными стоками.

Биологический этап экологической реабилитации является самым важным, поскольку от него зависит качество воды в водоеме. Обычно природный водоем представляет собой биологически сбалансированную экосистему, настроенную на самоочищение и самовосстановление [1]. Однако экосистемы городских водоемов, как правило, не справляются с восстановлением качества воды из-за сильного загрязнения попадающих в них стоков.

В биологической реабилитации водоема выделяют несколько основных биоинженерных мероприятий.

Создание гидрботанической площадки (или биоплато). Для очищения и

улучшения качества воды в водоеме служат природоохранные мероприятия, к которым в первую очередь относится создание искусственных водно-болотных участков (constricted wetlands) [2]. Такие участки являются прототипом естественных водно-болотных угодий, в которых происходит накопление и естественная очистка загрязнений с помощью экосистемы (гидробиосистемы) — растений-макрофитов и микроорганизмов, населяющих водную толщу.

Процессы очищения заключаются в том, что в искусственных водно-болотных системах происходит поглощение органического вещества сообществом водных микроорганизмов, живущих в пленке обрастания (перифитоне), закрепляющейся на растениях-макрофитах, и деструкция загрязнений микроорганизмами в корнях растений (так называемый процесс перколяции). Микроорганизмы утилизируют органическое вещество и используют его в качестве субстрата для своей жизнедеятельности.

Биоремедиация. В природных объектах, не подверженных антропогенной нагрузке, экосистема настроена на самоочищение, т.е. сама справляется с переработкой лишней органики. Переработка осуществляется в природных экосистемах (в водоемах — гидроэкосистема) с помощью живого компонента. Гидроэкосистема водоемов состоит из множества гидробионтов: растений-макрофитов, микроорганизмов (фито- и зоопланктона), моллюсков, рыб. Экосистема чистого природного водоема настроена на самоочищение и легко справляется с переработкой попадающего органического материала. В загрязненных водоемах естественная биота подавляется, меняется соотношение между отдельными группами живых организмов, развиваются вредные и патогенные организмы (бурые и сине-зеленые водоросли и др.).

Для восстановления биологической полноценности воды используется биоинженерная технология, называемая биоремедиацией. Биоремедиация водоема — это восстановление его экосистемы с помощью гидробионтов, улучшающих качество воды. Задача технологии «биоремедиации» заключается в использовании способности живых фито- и зооорганизмов-фильтраторов путем «фильтрации» загрязнений подвергать их деструкции и

детоксикации [1]. В результате полностью нейтрализуется неблагоприятное воздействие загрязняющих веществ на естественные процессы биологического самоочищения воды, нормализуется метаболизм, восстанавливается и активизируется аборигенный для мезосапробных водоемов видовой состав биоты экосистемы.

Биоинженерное укрепление берега. Комплекс озеленительных мероприятий в прибрежной зоне: залужение береговых откосов, высадка влаголюбивых деревьев и кустарников — позволяет достаточно быстро и сравнительно недорого укрепить прибреговую зону водоема, а также стабилизировать гидрогеологический режим в системе «берег — водоем», не нарушая его искусственными инженерными сооружениями.

С помощью биоинженерного метода укрепления берегов решают такие задачи, как [3]: стабилизация прибреговой зоны водоема; создание прибрежной защитной полосы; сохранение естественного гидрогеологического режима в системе «водоем — берег»; противоэрозионная защита подводного склона водоема; снижение антропогенной нагрузки на прибрежную зону рекреационного водоема; использование принципов ландшафтного дизайна для усиления экологической составляющей.

Биоинженерная технология очистки поверхностных стоков. Проблема обеспечения населения и хозяйственного комплекса России водой нормативного качества становится одной из главных социально-экономических проблем в осуществлении государственной стратегии устойчивого развития и экономической безопасности страны. Восстановление и сохранение устойчивости водных экосистем — одни из основных мероприятий по поддержанию высокого качества поверхностных вод.

Автор предлагает способ очистки загрязненных поверхностных стоков с помощью биоинженерной технологии, относящейся к широкому кругу практических мероприятий в рамках прикладной дисциплины «Инженерная геоэкология». Для очистки поверхностного стока используется разработка коллектива ученых с участием автора — очистное сооружение биологического типа [4], в котором в качестве биологического фильтра доочистки служит биопруд, иначе называемый гидрботанической площадкой (рисунок).

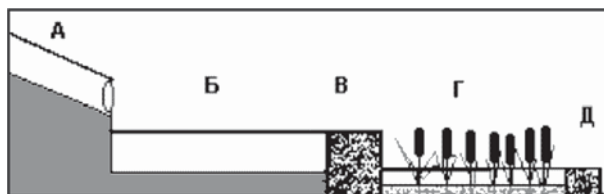


Схема очистного сооружения биологического типа: А — водоподводящий лоток, Б — камера-отстойник, В — фильтровальный блок, Г — гидрботаническая площадка, Д — водосбросная плотина

Настоящий биоинженерный комплекс разработан специально для условий холодного климата [5]. В весенне-осенний период, когда растения на гидрботанической площадке еще (или уже) не способны к очистке, основная очистка стоков происходит в фильтровальном блоке В.

Рассматриваемый комплекс очистных сооружений обеспечивает трехстадийную очистку поверхностного стока. Первая стадия — первичная очистка стоков (осветление) в камере-отстойнике Б. Вторая стадия — очистка стоков в фильтровальном блоке В; очистка происходит путем задержания взвешенных твердых частиц и нефтепродуктов на фильтрах из современных фильтрующих материалов. Третья стадия — доочистка стоков на гидрботанической площадке Г с использованием высших водных растений. На гидрботанической площадке происходит удержание нефтепродуктов и постепенное их разложение (биодеструкция) до уровня требуемой предельно допустимой концентрации с помощью биопленки (перифитон), которую образует сообщество микроорганизмов на поверхности растений, и в результате деструкции загрязнений (перколяции) в корневой системе растений-макрофитов.

Предложенный биоинженерный способ биологической очистки загрязненных стоков характеризуется достаточно низкими эксплуатационными расходами, поскольку используемые в качестве природных фильтров биологические экосистемы (гидробионты) способны к самовосстановлению.

Реализация биоинженерных мероприятий. Экологическая реабилитация водных объектов. Специалистами фирмы «Экология и природа» были разработаны проекты экологической реабилитации городских прудов в усадьбе «Малое Голуби-

но» (микрорайон «Ясенево»), на улице Батюнинская (микрорайон «Печатники»), в Крылатской пойме (микрорайон «Крылатское»), на улице Кравченко (микрорайон «Вернадский»), на улице Липецкая (микрорайон «Бирюлево-Восточное»), а также проекты улучшения качества воды в малых реках Ичка и Чермянка в Северо-Восточном административном округе города Москвы. По этим проектам были восстановлены пруды в Крылатской пойме, в усадьбе «Малое Голубино», на улицах Батюнинская и Липецкая.

Биоинженерный способ крепления берега водоема. Биоинженерное крепление берега было запроектировано и внедрено при работах по укреплению берега Терлецких прудов (Терлецкий лесопарк, Восточный административный округ города Москвы) и на прудах в Крылатской пойме (Северо-Западный административный округ города Москвы).

Биологическая очистка поверхностных стоков. Очистные сооружения биологического типа были запроектированы и построены в Москве, вдоль МКАД, на автодороге «Обход города Вологды», в микрорайоне «Куркино» (Северо-Западный административный округ города Москвы).

Выводы

Основа предлагаемых биоинженерных технологий — выработанные природой «биоинженерные механизмы» восстановления и самоочищения, которые можно использовать с наименьшим ущербом для окружающей среды. Кроме того, они менее затратны, чем применяемые традиционные природоохранные технологии и сооружения. Предлагаемый биоинженерный способ биологической очистки загрязненных стоков характеризуется достаточно низкими эксплуатационными расходами, поскольку используемые в качестве природных фильтров биологические эко-

системы (гидробионты) способны к самовосстановлению.

Используемые для берегозащиты зеленые насаждения выполняют очень существенные природоохранные функции. Они формируют экосистему прибрежной зоны вокруг водоема, способствуя сохранению биологического разнообразия и поддержанию качества воды.

Разработка биоинженерных технологий с целью экологической реабилитации природных объектов требует комплексного подхода с привлечением разных специалистов: биологов (гидробиологов), географов (гидрологов, геоморфологов), экологов (специалистов по охране окружающей среды), инженеров (мелиораторов-гидротехников, дендрологов).

Ключевые слова: водно-болотные участки, рекреационные пруды, техногенное загрязнение водоема, антропогенная нагрузка, гидроэкосистема, биоремедиация, биологические экосистемы, биота.

Список литературы

1. **Остроумов, С. А.** Загрязнение, самоочищение и восстановление водных экосистем [Текст] / С. А. Остроумов. — М.: МАКС-Пресс, 2005. — 100 с.
2. **Эйно́р, Л. О.** Макрофиты в экологии водоема [Текст] / Л. О. Эйно́р. — М.: Изд-во ИВП РАН, 1992. — 256 с.
3. **Кривицкий, С. В.** Биоинженерная защита берега водоема [Текст] / С. В. Кривицкий // Экология и промышленность России. — 2007. — № 1. — С. 4–6.
4. **Пат. 2137884 Российская Федерация.** Система отвода и очистки поверхностного стока [Текст] / О. К. Калантаров [и др.] ; заявитель и патентообладатель ООО НПО «Эколандшафт» ; зарег. 20.09.1999.
5. **Кривицкий, С. В.** Инженерная геоэкология: очистка поверхностных стоков с использованием гидрботанических площадок [Текст] / С. В. Кривицкий // Экология и промышленность России. — 2007. — № 3. — С. 4–8.