

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА САМООЧИЩЕНИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА

Веницианов Е.В., Щеголькова Н.М.

Институт водных проблем РАН, Россия

Реки городов, по сравнению с реками других территорий, испытывают повышенную разноплановую антропогенную нагрузку. Приоритетными загрязняющими веществами городских рек являются соединения азота и фосфора, органические поллютанты (в т.ч. ксенобиотики), токсичные металлы. Река Москва подвергается мощному антропогенному воздействию на всем своем протяжении, но больше всего в зоне крупнейшего мегаполиса – города Москвы. Была поставлена задача выделить основные факторы, влияющие на эффективность удаления названных загрязняющих веществ для разработки мероприятий по повышению потенциала самоочищения реки. Работа основывалась на анализе многолетней базы данных по трансформации качества воды р. Москвы в характерные временные промежутки, характеризующиеся однотипностью гидрологического режима и типа нагрузки поступления загрязняющих веществ. Было выделено 7 временных периодов с 1914г., по которым имеются представительные данные для расчета скорости самоочищения реки для двух участков реки: выше выпуска очистных сооружений и ниже выпуска. Для этих периодов проанализировано: самоочищение по азоту, органическому веществу, фосфору, металлам и структура гидробиологических сообществ. Было проведено сравнение процессов, происходящих на участке реки выше выпуска очистных сооружений, подверженного поступлению диффузного стока с городской территории, и участка ниже выпуска очистных сооружений.

Выявлены гидрохимические и гидробиологические особенности городской зарегулированной реки: 1) наличие стратификации по содержанию растворенного кислорода, аналогичной вертикальному распределению кислорода в водоемах и формирование придонного анаэробного слоя; 2) зависимость процессов седиментации тяжелых металлов от содержания фосфатов в очищенных водах; 3) зависимость самоочищения реки по азоту от поступления в реку бактерий-нитрификаторов сточных вод и от гидрологического режима реки, создающего постоянно взмучиваемый придонный слой (до 0,3м), в котором осуществляется денитрификация. Было выявлено, что разнообразие гидробионтов в многолетней динамике было максимальным в периоды неизменного соотношения речных и очищенных вод, неизменности гидравлической нагрузки и нагрузки по органическому веществу.

Показано, что мегаполис, расположенный на средней по водности реке, в зоне ниже выпуска сточных вод формирует особую экологическую структуру в реке-водоприемнике: кризисную зону. Зональность кризисной зоны меняется в зависимости от развития систем водоотведения и технологии очистки стоков. Были определены гидрохимические и гидробиологические расчетные показатели, которые позволяют выделять данную зональность: содержание Р во взвешенных веществах (%), отношение БПК/ХПК (%), содержание взвешенного органического вещества (% от взвешенных веществ), доля биомассы (по сухому веществу) бактерио-, фито- и зоопланктона от взвешенного органического вещества (%), отношение биомассы бактериоценоза к содержанию взвешенных веществ.

Величина этой кризисной зоны сама по себе является интегральным показателем экологического состояния реки. В кризисной зоне снижается токсичность, определяемая по биотестированию, происходит усиленная трансформация органического вещества, выражаемая в увеличении зольности взвешенных веществ и возрастании доли биомассы планктона от взвешенного органического вещества; наблюдается наибольшая биомасса рыб и зоопланктона в течение всего года (в том числе в зимний период). Было показано, что интенсификация самоочищения реки по азоту определяется снижением токсичности и автоселекцией бактериоценозов в системе «Река – Очистные сооружения». В периоды максимальной интенсивности самоочищения удалялось более половины азота, поступившего со стоками города за счет денитрификации, которая составляла до $5\text{ г N}/(\text{м}^2 \text{ сут})$. Были разработаны регулирующие мероприятия качества воды реки: 1) поддержание бактерий-нитрификаторов на уровне биомассы, осуществляющем оптимальное протекание нитри-денитрификации в реке; 2) создание зон селекции микробиоценозов, способных к эффективному удалению органических загрязняющих веществ; 3) регулирование скорости течения реки для поддержания оптимальной величины денитрифицирующего придонного слоя. Таким образом, участки рек ниже выпусков бытовых стоков нужно рассматривать как характерный объект для тонкой настройки речной экосистемы. При проведении экомониторинга этих участков они должны рассматриваться как проточный биореактор. Показателями функционирования являются скорости самоочищения и скорости прироста планктонных сообществ. Управляемые структурно-функциональные изменения на этих участках определяют процессы самоочищения реки от азота и органических токсикантов, а также сорбцию консервативных токсикантов. Найденные закономерности открывают новое направление в проектировании сооружений доочистки в водотоках. Эколого-экономический

эффект очистки стоков должен рассматриваться комплексно для системы «очистное сооружение + участок реки ниже выпуска».