

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ управления качеством **ПРИРОДНЫХ ВОД**

в условиях перехода К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ

Перечислены и кратко описаны способы повышения самоочищающей способности пресноводных водоемов, осуществляемой в результате биологического круговорота веществ, включающего процессы создания органических веществ, их трансформацию и разрушение, осуществляемые через трофические (пищевые) связи бактериального, животного и растительного населения вод. Показано, что каждый природный акваториальный и донный комплекс (ДПК) несет свою самоочистительную нагрузку в реабилитации всего водоема, поэтому районирование и комплексное исследование подводных ландшафтов с точки зрения их роли в поддержании устойчивого качества вод и равновесия экосистемы водного объекта является весьма актуальной. С этих позиций основой для принятия природоохранных решений является выявление ДПК, проявляющих максимальную самоочистительную активность и разработка мероприятий, обеспечивающих сохранность данных ДПК и расширение их площадей.

Введение

В связи с постоянно увеличивающейся антропогенной нагрузкой на водоемы и сопутствующим этому процессу нарастающим дефицитом «чистых» природных вод, очисткой стоков, экономией воды, внедрением оборотного водоснабжения на предприятиях улучшить положение можно только частично. Остаются смывы удобрений и ядохимикатов с полей, ливневые стоки с городских и промышленных территорий, загрязнения от атмосферных выпадений, водного транспорта, растущего количества рекреационных зон и т.п. Поэтому наряду с улучшением очистки сточных вод необходимо развивать и внедрять в практику знания об управлении качеством воды в водоемах, увеличивая их полезную продукцию и усиливая их замечательную способность к самоочищению.

Н.Н. Митина*,
доктор
географических наук,
ведущий научный
сотрудник,
Институт водных
проблем РАН
(ИВП РАН),
профессор кафедры,
заместитель
заведующего
кафедрой
«Управления
природными
ресурсами»,
факультет
государственного
управления, МГУ
им. М.В. Ломоносова



Самоочищение загрязненных вод осуществляется в результате биологического круговорота веществ, включающего процессы создания органических веществ, их трансформацию и разрушение, осуществляемые через трофические (пищевые) связи бактериального, животного и растительного населения вод. Именно благодаря свойству природных водоемов самоочищаться от попадающих в них бытовых и промышленных стоков на Земле еще есть чистая вода [1]. На 1-ом Всесоюзном совещании по санитарной гидробиологии в 1969 г. предложена формулировка понятия «чистой воды», в которой было закреплено, что формирование биологически чистой (полноценной) воды, не содержащей токсических и радиоактивных веществ, патогенных микроорганизмов, имеющей все необходимые соли, микроэлементы и метаболиты, протекает под влиянием гидробионтов [2]. Вода в силу своей способности самоочищаться относится к восполнимым природным ресурсам, чем она выгодно отличается

* Адрес для корреспонденции: natalia_mitina@mail.ru

от некоторых других используемых человеком ресурсов; кроме того, вода, с одной стороны – среда обитания гидробионтов, с другой – необходимый продукт питания. Процессы, определяющие качество поверхностных вод, самоочищение загрязняемых водоемов и очистку стоков, основываются на физических, химических и биологических процессах, но имеют преимущественно биологическую природу. Биологически полноценной считается вода, которая содержит не только все соли и микроэлементы, но также белки, ферменты, витамины и другие продукты жизнедеятельности гидробионтов. Существенное значение для формирования качества воды имеет выделение в нее гидробионтами протеолитических ферментов; чем выше протеолитическая активность воды, тем быстрее протекают процессы ее самоочищения [3].

Задачей управления качеством воды в природных водоемах является разработка и внедрение природоохранных мер, направленных на усиление процессов самоочищения по всему водоему, рассматривая его как экосистему, в которой протекают процессы загрязнения и самоочищения.

Результаты и их обсуждение

Управление процессами самоочищения, основанными на взаимоотношениях бактерий и водорослей. Некоторые планктонные водоросли, относящиеся к миксотрофам, активно действуют на санитарно-гигиеническое состояние водоема путем выделения биологически активных метаболитов. Внесение их сопровождается цветением прудов, что способствует минерализации и дезинфекции стоков. Вселением водорослей можно влиять на скорость самоочищения небольших водоемов, например биопрудов. Установлена рациональность интродукции в аэротенки и биофильтры специально адаптированных гидробионтов для ускорения очистки токсических промышленных стоков. Показана возможность борьбы с синезелеными водорослями альгo-вирусами, с зелеными протококковыми водорослями – их эндопаразитами, а с патогенными микроорганизмами – инокуляцией водоемов бактериями-антагонистами [3].

При разработке космических технологий проводили опыты по генерации воды из продуктов жизнедеятельности человека. Вода, генерированная из урины, соответствующая всем нормам ГОСТ «Вода питьевая», оказывала неблагоприятное воздействие на дафний, которое исчезало через 20 дней после

Л.А. Телитченко,
кандидат
биологических наук,
доцент,
государственный
эксперт,
ГОСТЕХНАДЗОР

вселения синезеленой водоросли *Oscillatoria splendida*, жизнедеятельность которой сделала воду безвредной. Интересно, что артезианская вода содержит примерно тот же набор липидных фракций, что и регенерированная из урины, и подобно последней способна нарушать физиологические процессы. Очевидно, это связано с отсутствием в артезианской воде биологических антиоксидантов [4].

Эффективность инокуляции биологических прудов планктонными водорослями, т.н. альгологическим полинокулятом (АП)¹, в силу своей бактерицидности была показана на примере доочистки пруда, в который поступали сточные воды туберкулезного санатория. После внесения АП с синезелеными водорослями на 12-14 сут. микобактерии туберкулеза в опытных прудах не обнаруживаются (табл. 1). В контрольном же пруде количество микобактерий туберкулеза после трех суток изменяется мало. Попутно отметим, что при внесении АП из культур зеленых водорослей (хлореллы и сценедесмуса) возбудитель заболевания высевался и на 28-30-е сут. Это иллюстрирует большую очищающую способность АП, содержащего синезеленые водоросли, по сравнению с зелеными и жгутиковыми, которые в летние месяцы интенсивно выедаются зоопланктоном (особенно зеленые водоросли), вследствие чего значительно снижается альгологическая реаэрация воды и ухудшается ее очистка. Внесение АП в биологические пруды с мутной водой вызвало цветение и сопровождалось коагуляцией. Через 4 сут. прозрачность воды повысилась с 4 до 30 см. Многочисленные опыты позволяют сделать вывод, что применение АП ускоряет очистку в контактных биологических прудах в среднем в 1,5-2 раза. Продолжительность цикла очистки при температуре воды 18-25 °С составляет 5-8 сут, при 25-30 °С – 2-5 сут.

Более длительная экспозиция обычно сопровождается вторичным загрязнением водоемов отмирающим фитопланктоном. Этого можно избежать, если время от времени собирать и использовать микроводоросли как добавление к корму животным или как удобрение для полей. Благодаря неодинаковой терморезистентности водорослей АП может быть с успехом применен в различных климатических условиях и в разные сезоны года [3].

¹ Строго говоря, альгологический полинокулят не является сообществом только водорослей, в нем присутствуют также бактерии, жгутиковые, инфузории, коллатки, однако их количество несравненно меньше, чем водорослей.

Таблица 1

Динамика отмирания микобактерий туберкулеза в результате внесения альгологического полинокулята в биологические пруды туберкулезного санатория

Место проведения эксперимента	Вода		Исходное количество бактерий	Продолжительность экспозиции, сут.				
	T, °C	pH		3	6	9	12	14
Сентябрь								
Опытный пруд	20	7,6	11000	740	32	6	0	0
Контрольный пруд			12000	900	720	900	510	600
Октябрь								
Опытный пруд	15	7,4	580	126	17	16	17	0
Контрольный пруд			820	610	450	125	250	200

Управление процессами самоочищения водоема, основанными на разведении высшей водной растительности. Большое значение для ускорения многих процессов биологического самоочищения воды и улучшения ее питьевых качеств имеет обогащение ее кислородом, выделяющимся в процессе фотосинтеза. Установлено, что фотосинтетическая аэрация часто превосходит атмосферную или соизмерима с ней. Преобладание фотосинтетической аэрации над атмосферной отмечено в загрязненных реках, в частности Рейне, Майне, Дунае. В сильно загрязненной гавани г. Сан-Диего вода получает ежедневно в результате фотосинтеза 59,7 т кислорода, из атмосферы – 45 т (1,8 и 1,3 г/м², соответственно). В гавани Балтимора атмосферная аэрация в 3,2 раза меньше фотосинтетической. Преобладание первой над второй отмечено и в мелких эвтрофных прудах. В Волгоградском водохранилище фотосинтетическая продукция кислорода за вегетационный период достигает 10,5 млн. т (несколько более 300 г/м²) и примерно равна атмосферной. Фотосинтетическое аэрирование воды не только усиливает минерализацию органических веществ, но и ускоряет многие процессы окислительной биологической детоксикации и тем самым улучшает качество воды. Водные растения извлекают из воды не только питательные вещества, но и углеводороды, фенол, тяжелые металлы, микроэлементы и др., а также различные примеси, смягчают воду, обогащают ее кислородом. Например, установлено, что грязные воды р. Рейн можно очистить, медленно пропуская ее через сплошные заросли камыша *Scirpus lacustris* по каналу длиной 800 м (за сутки 1 м² зарослей камыша очищает 2-4 м³ воды) [5].

Очистка сточных вод должна обеспечивать их безвредность для экосистем водоемов. Поэтому правы те исследователи, которые считают, что установленные предельно допустимые концентрации (ПДК) должны

относиться не к водоемам, а к стокам. Игнорирование этого положения ведет к прогрессирующему загрязнению водоемов и деградации их биоценозов. Второй момент, который требует внимания – сами нормы ПДК. Существует ряд серьезных претензий к действующей системе ПДК, которые сводятся к следующему:

- ◆ Концентрация веществ в воде не отражает токсикологическую нагрузку на экосистему, так как не учитывает процессы аккумуляции веществ в биологических объектах и донных отложениях, т.е. предыстория, связанная с накоплением в водной среде и донных отложениях загрязняющих веществ.

- ◆ Видовая токсикорезистентность водных животных зависит не столько от специфики механизмов действия ядов, сколько от уровня организации организма и от его отношения к общему фону загрязнения, обусловленному соответствующими механизмами адаптации, сформировавшимися в результате длительного эволюционного процесса [6].

- ◆ Федеральные ПДК не учитывают специфику функционирования водных экосистем в различных природно-климатических зонах (широтная и вертикальная зональность) и биогеохимических провинциях (естественные геохимические аномалии с различным уровнем содержания природных соединений), а значит и их токсикорезистентность. Известно, что разные биогеохимические провинции (и отдельные водоемы) отличаются друг от друга по содержанию в поверхностных водах Pb в 2000 раз, Ni – в 1350, Zn – в 500, Cu – в 10 000, Cr – в 17 000 раз [7].

- ◆ Не учитываются эффекты синергизма, антагонизма, суммации.

- ◆ Не решена проблема нормы и патологии в водной токсикологии, в частности, не принимается во внимание принцип эмерджентности, т.е. качественного своеобразия функционирования и устойчивости биосистем на

разных уровнях их организации (от молекулярного до экосистемного).

• При обосновании ПДК не учитывается разный трофический статус экосистем, сезонные и зональные особенности, на фоне которых проявляется токсичность загрязняющих веществ. Действительно, ПДК не учитывает сезон года, что немаловажно для водоемов, расположенных в средних широтах, так как, например, повышение температуры вдвое приводит к возрастанию токсического эффекта на порядок [8]. Например, в оз. Байкал, где среднегодовая температура равна 4 °С, а максимальная не превышает 14 °С, развитие бактериопланктона, участвующего в разложении органических веществ, происходит в десятки раз медленнее, чем в мелководных водоемах средней полосы РФ; что нельзя не учитывать при установлении ПДК [9].

На производственных объектах утилизацию сточных вод, содержащих нефть, нефтепродукты и сопутствующие им загрязнители, необходимо осуществлять по биотехнологическим схемам, сочетающим механическую и естественно-биологическую очистку. Естественно-биологическая очистка используется как глубокая деградация загрязнений и включает различные типы биологических сооружений – биопруды (одно-, двух-, трех- и четырехступенчатые, одно- или двухсекционные), биоплато, ботанические площадки, окислительные каналы и др. Заселяют их чередующимися полосами макрофитов в 5-10 м по ширине акватории водоема или поясами вдоль береговой зоны, создавая барьер поступающим загрязнениям. В канале и на биологических прудах растения размещают как отдельными поясами (в зоне поступления стоков, на середине, у выхода),

так и сплошными полями. Для увеличения сроков контактирования загрязнений с биоценозом водных экосистем при проточном режиме биоинженерные сооружения имеют соотношение длины к ширине не менее 4:1 или 5:1, а занятая высшими водными растениями поверхность составляет не менее 40-60 %. Результаты исследований, выполненных для решения водоохранных задач Среднего Поволжья и сопредельных территорий, предлагаются к применению и в других районах РФ в виде [10]:

• биоинженерных сооружений по перехвату, сбору, очистке и обезвреживанию природных и сточных вод, загрязненных нефтью, нефтепродуктами и сопутствующими веществами многочисленных нефтепромыслов, предприятий переработки нефти и ее продуктов и приравненных к ним хозяйств в различных климатических зонах и территориях;

• специальных комплексных, гидротехнических и естественно-биологических схем обессоливания и детоксикации стоков от разнообразных солей, ядохимикатов, тяжелых металлов и других токсичных соединений с переводом их в безвредные продукты;

• технологических схем глубокой очистки диффузного поверхностного стока, смываемого с сельскохозяйственных угодий и других территорий, включая населенные пункты на малых реках, водотоках и водохранилищах, которые способствуют сбору и утилизации рассеянных загрязнений, защите основных водных ресурсов от засоления, деградации и истощения;

• очистных и доочистных сооружений животноводческих комплексов (свинокомплексов, ферм крупного рогатого скота, птицефабрик и звероферм), обеспечивающих



подготовку их сточных вод до норм оборотного водоснабжения, полива (орошения) любых сельскохозяйственных культур и выращивания рыбной продукции;

Оставаясь в водоеме после отмирания, водные растения отдают воде все ранее накопленное и в процессе их разложения портят воду. Целесообразно убирать их из водоема до начала отмирания и утилизировать в виде стройматериалов, сырья для производства бумаги, декоративных изделий, фитогенных удобрений, корма для животных, дичи и, наконец, для рекуперации вторичных материалов (поллютантов и др.).

Управление процессами самоочищения водоема, основанными на фильтрационной и седиментационной активности животного населения водоемов. Чистота вод – во многом результат фильтрации и седиментации, осуществляемой зоопланктоном и бентосом – ракообразными, моллюсками личинками комаров и др. Большинство из этих организмов добывает пищу, отцеживая из воды взвеси, отчасти транспортируя ее в грунт в виде фекальных и псевдофекальных комочков, способствуя захоронению вредных веществ в грунте. Работа их настолько интенсивна, что оз. Байкал исключительной чистотой своих вод во многом обязано веслоногому рачку эпишуре (*Epischura baicalensis*), который за год трижды процеживает всю воду озера.

В пресных водах огромная фильтрационная работа выполняется перловицами, беззубками, дрейссеной и другими двустворчатыми моллюсками. Например, перловицы *Unio modestus* и *U. tumidus* длиной 5-6 см и такие же по размерам беззубки *Anodonta piscinalis* отфильтровывают при температуре 9-10 °С

Ключевые слова:

качество природных вод, управление водными ресурсами, самоочищение водоемов, предельно допустимые концентрации, водоросли, высшая водная растительность, гидробионты, токсикологическая нагрузка, токсикорезистентность водных животных, устойчивое развитие

до 12 л воды в сут. С повышением температуры до 20 и 30 °С количество воды, профильтровываемой этими же моллюсками, возрастает, соответственно, до 16 и 28 л в сут; крупные перловицы и беззубки, достигающие 9-11 см, могут отфильтровывать за сутки до 60-70 л воды на одну особь. Дрейссена (*D. polymorpha*) длиной 2-3 см при температуре 17-18 °С пропускает через себя за сутки до 1,5-2 л [11].

В работе о фильтрационной и минерализационной способности наиболее распространенных видов двустворчатых моллюсков (в основном дрейссены) Волгоградского водохранилища [11] показано, что при средней численности моллюсков в этом водохранилище 648 экз/м² за вегетационный период с апреля по ноябрь они отфильтровывают около 840 млрд. м³ воды, что более чем в 24 раза превышает полный объем водохранилища. Количество вещества, отцеживаемого моллюсками, достигает за вегетационный период 36 млн. т, из которых 29 (8,3 кг/м²) перемещается на грунт и минерализуют 811 тыс. т беззольного органического вещества. В расчете на 1 м² акватории отцеживается за 8 месяцев 240 м³, или 1 м³ в сут. В летнее время (июнь – август) за месяц отфильтровывается 160-180 млрд. м³ воды – 5-6 объемов всего водохранилища. Степень отфильтровывания частиц размером 1-3 мкм достигает 90-92 % с их увеличением до 20-30 мкм более 97-100 %. В Учинском водохранилище дрейссены отфильтровывают за год два объема всего водоема [12].

Огромную работу по осветлению воды выполняет зоопланктон. По расчетам [13], при 20 °С планктонные рачки фильтруют за сутки 360 мл воды на 1 мг массы; при обычной их биомассе в эвтрофных озерах около 3 мг/л весь объем воды пропускается через фильтровальный аппарат всего за 1 сут.

Очень велика в биологическом самоочищении также вододвигательная функция фильтратов и седиментаторов. Вызываемое ими перемешивание воды ускоряет процесс минерализации органики и биологической детоксикации загрязнений.

Чрезвычайно велико прижизненное инкорпорирование загрязняющих веществ гидробионтами и последующая биоседиментация, связанная с опусканием на грунт отмерших организмов, что представляет собой самостоятельный фактор улучшения качества воды, сопряженный, однако, с ухудшением токсикологической характеристики самих гидробионтов. Благодаря способности беспозвоночных и рыб накапливать микроэлементы, тяжелые металлы, в том числе ядовитые (ртуть, свинец, мышьяк, радиоактивные эле-



менты), их концентрация в тканях может в сотни тысяч раз превосходить содержание в воде. Благодаря этому многие из них полезны как источник микроэлементов, но вместе с тем употребление их в пищу может грозить отравлением тяжелыми металлами или быть опасным.

Некоторые весьма распространенные токсики (в частности, хлорорганические пестициды) накапливаются и перераспределяются в трофических цепях, причем в высших звеньях (хищные рыбы, рыбающие птицы) их концентрации могут превышать исходные значения в водной массе на пять-шесть порядков или, иначе говоря, коэффициенты накопления могут выражаться величинами порядка 10⁴-10⁶. Возникает парадоксальная ситуация: при «чистой» по всем показателям воде, уровень токсической загрязненности всей экосистемы может быть достаточно высоким, что определяет реальную опасность вредных последствий в ходе народнохозяйственного использования водоема [14].

Управление процессами самоочищения водоемов и повышения их продуктивности, основанными на трофических связях. Заросли макрофитов, если их вовремя не убирать, создают значительные помехи в эксплуатации водоемов, особенно оросительных и других водоводных каналов. Заращение снижает пропускную способность каналов и коллекторной сети, отмершие растения являются причиной их вторичного загрязнения. Заращение создает благоприятные условия для выплода в водоемах кровососущих насекомых и ухудшает условия рыболовства. В массовых количествах могут появляться в водоемах хары, рдесты, тростники, рогоз, камыш; все эти виды светолюбивы и затенение водоемов, в частности каналов, древесными насаждениями может предупреждать их развитие.

Крайне эффективным средством борьбы с заращением каналов оказались растительноядные рыбы, в частности питающийся макрофитами белый амур. Например, вследствие бурного заращения участка Каракумского канала, особенно ниже Келифского водохранилища, приходилось проделывать за вегетационный период свыше 10 тыс. км проходов механизмами, удаляющими из русла канала мягкую водную растительность. Теперь заращение предотвращается исключительно самопроизводящими стадами белого амура. Благодаря вселению белого амура предотвращено заращение оросительных каналов в Ташаузском и Чарджоуском оазисах Республики Туркменистан; в Мургабском оазисе, в кана-



лах Ала-ша-яб, Сухтыяб. Только в одной Республике Туркменистан отпала необходимость в очистке 23 тыс. км каналов; значительное количество каналов очищается белым амуром в Республике Узбекистан и др. регионах бывшего СССР. Одновременно огромная сеть каналов превращается в высокопродуктивные рыбохозяйственные угодья. Большой мелиоративный и рыбохозяйственный эффект получен при использовании растительноядных рыб для предотвращения зарастания водоемов-охладителей. Следует отметить, что интенсивное выедание белым амуром макрофитов может усиливать цветение водоемов, поскольку в распоряжении водорослей оказывается дополнительное количество биогенов. Поэтому в ряде случаев в водоемы полезно одновременно с белым амуром вводить альгофага – белого толстолобика; например, совместное вселение этих рыб в Хаузханское водохранилище привело к предотвращению его зарастания на фоне умеренного развития водорослей, поедаемых белым толстолобиком. Через три года после вселения белых амуров также практически полностью было очищено от надводной и подводной растительности одно из уральских водохранилищ-охладителей [15].

Управление процессами самоочищения водоема, основанными на создании биоинженерных систем на берегах и пляжах. Активно и постоянно размываемые берега водохранилищ необходимо укреплять, однако повсеместно это делается посредством сплошного крепления откосов камнем или бетоном (пассивные методы крепления). Помимо дороговизны, пассивные методы крепления ведут к биологическому омертвлению берегов. Гораздо дешевле и долговечнее т.н. активный метод защиты берегов – создание песчаных и гравийных пляжей в межбунных пространствах. По подсчетам Учинской лаборатории Московского водопровода [5],

только откос пляжа при высоте волны 20 см фильтрует в час 120 м³ воды на 1 км берега – крупный фактор самоочистения. Эта цифра заметно увеличивается, если учесть очистку песчаным мелководьем, прилегающим к пляжу. В межбунных пространствах, кроме того, задерживается и на месте минерализуется много загрязнений. Одновременно вместо размытой глины и почвы создаются прекрасные пляжи для купальщиков, а вносимые ими загрязнения ликвидируются на месте.

Разрушение органических веществ и ускоренная их минерализация осуществляется на искусственно созданных песчаных и мелкогравийных мелководьях на водохранилищах и перекатах на каналах.

Биоинженерные системы защиты от разрушения берегов, для обезвреживания поверхностного стока, смываемого с прилегающих территорий, основаны также на применении биологических фильтрующих заслонов, включающих отдельные виды высших водных растений – тростника обыкновенного (*Phragmites communis Trin.*), рогоза узколистного (*Typha angustifolia L.*), рогоза широколистного (*Typha latifolia L.*), камыша озерного (*Scirpus lacustris L.* и др.), кустарников и деревьев (*Salix fragilis L.*), ивы остролистной (*S. acutifolia Willd*), ракит (*S. caprea, S. Abbo L.*), ивы пятитычинковой (*S. pentandra L.*), ольхи серой или белой (*Alnus incana (L.) Moench*) [10]. Значительное уменьшение поступления органических веществ с берегов достигается путем раскорчевки и залужения 15-метровой полосы вдоль берега и посадки 2–3-рядной еловой лесозащитной полосы, поскольку опад вечнозеленой дре-

весной растительности, по сравнению с широколиственной, минимален.

Устойчивость берегов к эрозии определена соотношениями высоты берега, типом береговой растительности и, соответственно, корневой системой, литологическим строением берегов и углом наклона берега. Для стабилизации берегов и сокращения эрозии весьма эффективна древесная растительность как при нормальном уровне стока, так и при паводках и наводнениях [16]. На малых равнинных водоемах влияние растительности на морфологию берегов может быть определяющим – прибрежная растительность замедляет скорости течения, задерживает влекомые наносы (перегораживает течение и удерживает наносы листвой) и, таким образом, снижая боковую и русловую эрозии, связывает почво-грунты и делает их устойчивыми к водной эрозии [17]. Объем данной статьи не позволяет подробно остановиться на всех экологических проблемах в водоемах и способах их минимизации.

К другим способам управления процессами самоочистения водоема и повышения их биопродуктивности относятся: регулирование цветения в водоеме с использованием антагонизма высших растений и планктона, улучшение кислородного режима водоема путем создания перепадов, уменьшение поступления органических веществ с берегов путем раскорчевки и залужения 15-метрового участка вдоль берега и затем посадки двух-трех-рядной еловой лесозащитной полосы, разработка биологически целесообразных конструкций каналов, водохранилищ, водозаборных сооружений и др.



Так как важнейшим показателем устойчивого состояния экосистемы (в том числе и водной) является ее биоразнообразие, обеспечивающее замкнутость трофических цепей и энергетических связей, то, в свою очередь, ландшафтное разнообразие (разнообразие биотопов) является важнейшим условием сохранения требуемого биологического разнообразия. Каждый природный акваториальный и донный комплекс (ДПК) несет свою самоочистительную нагрузку в реабилитации всего водоема, поэтому районирование и комплексное исследование подводных ландшафтов с точки зрения их роли в поддержании устойчивого качества вод и равновесия экосистемы водного объекта является весьма актуальной. С этих позиций основой для принятия природоохранных решений является выявление ДПК, проявляющих максимальную самоочистительную активность и разработка мероприятий, обеспечивающих сохранность данных ДПК и расширение их площадей [18].



Деградация пресноводных экосистем сопровождается понижением продуктивности морей и океанов. Устьевые области рек, впадающих в моря и океаны, обладают уникальной структурой и природно-ресурсным потенциалом [19], формирующимися в результате сложной динамики речных и морских наносов и смешения вод, в пределах которых формируются особые пресноводно-морские экосистемы. Благодаря приносимым рекой биогенным веществам, подвижности вод, хорошо прогреваемому мелководью, особенностям гидрохимического режима устья рек обладают высокой биопродуктивностью и в то же время выполняют уникальную роль в обеспечении воспроизводства как морских, так и пресноводных экосистем, в результате чего экологическая значимость устьевых областей распространяется на обширные пространства, занятые реками, морями и океанами.

Именно устья рек подвергаются особенно сильному антропогенному воздействию – даже в районах, где береговая полоса моря промышленно не освоена и слабо заселена, загрязняющие вещества могут поступать с отдаленных участков вместе с речным стоком и накапливаться, прежде всего, в приустьевых областях. Особенно уязвимыми оказываются гидробионты, находящиеся на ранних стадиях развития, и устья рек часто становятся барьером для многих ценных видов проходных и полупроходных рыб, нерестящихся в реках. Таким образом, вследствие деградации рек экономические потери несут и страны, занимающиеся морским промыслом. Восстановление пресноводных экосистем

необходимо и для увеличения биопродуктивности морских мелководий, окраинных морей и Мирового океана в целом.

Заключение

Свойство водоемов к самоочищению, безусловно, следует использовать, но природе нужно помогать, прекратив сбрасывать сточные воды и переходя на замкнутые системы промышленного водоснабжения. Задача природоохранной деятельности на водоемах сводится к тому, чтобы, используя природные рычаги самоочистительной активности сообществ гидробионтов, населяющих водоемы, направлять природоохранную деятельность на сохранение их биоценозов. Нужно научиться внедрять разработки по активизированию природных свойств водоемов к самоочищению, расширить работы по интродукции гидробионтов в водоемы с целью интенсификации процессов самоочищения, управлять процессами зарастания, уметь их усиливать по мере надобности, понимать, какие растения и животные наиболее эффективны в каждой конкретной ситуации, убирать фитомассу из водоема до начала ее отмирания.

Необходима организация мониторинга по восстановлению биологической полноценности воды в водоемах питьевого назначения. Успех мониторинга зависит не только от своевременного анализа данных, но каждая его программа должна быть долговременной и поддерживаться в рабочем состоянии определенным уровнем финансирования и технического обеспечения. Руководствуясь этими программами, мы должны помнить, что вода относится к тем ресурсам, которые могут быть восстановлены благодаря способности водоемов к самоочищению.

Учитывая исключительную роль гидробионтов в формировании «биологически чистой» воды, следует поставить вопрос перед правительством РФ о создании гидробиологической службы при организациях, отвечающих за комплексное использование водного фонда страны.

Литература

1. Винберг Г.Г. Значение гидробиологии в решении водохозяйственных проблем // Сб. «Теория и практика биологического самоочищения загрязненных вод». М.: Наука, 1972. С. 4-12.
2. Унифицированные методы исследования качества вод (Часть 3. Методы биологического анализа). М.: СЭВ. 1983. 270 с.

3. Телитченко М.М. Проблемы качества воды и современные методические возможности для ее решения / М.М. Телитченко, Л.А. Телитченко // Теория и практика биологического самоочищения загрязненных вод М.: Наука, 1972. С. 215.

4. Телитченко М.М. Качество искусственно регенерированных вод и состояние растворенного органического вещества / М.М. Телитченко, Л.А. Телитченко, М.М. Бойченко // Сб.: Биологическое самоочищение и формирование качества воды. М.: Наука, 1975. С. 94-97.

5. Францев А.В. Некоторые вопросы управления качеством воды // Теория и практика биологического самоочищения загрязненных вод. М.: Наука, 1972. С. 24-28.

6. Алексеев В.А. Система токсобности и ее место в унифицированной системе качества вод СССР // Водные ресурсы, 1984. № 5. С. 76-87.

7. Волков И.В. О принципах регламентирования антропогенной нагрузки на водные экосистемы / И.В. Волков, И.Н. Заличева, В.С. Ганина и др. // Водные ресурсы, 1996. Т. 20. № 6. С. 707-713.

8. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. М.: ВНИРО, 1997. 350 с.

9. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология. Методы. Критерии. Решения. Т. 2. М.: Наука, 2005. 680 с.

10. Морозов Н.В. Эколого-биотехнологические пути формирования и управления качеством поверхностных вод. Автореф. дис. д-ра биол. наук. М.: МГУ, 2003. 42 с.

11. Кондратьев Г.П. Фильтрационная и минерализационная работа четырех наибо-



лее распространенных видов двустворчатых моллюсков Волгоградского водохранилища // Автореф. дис. д-ра биол. наук, 1970. Саратов. ун-т. 32 с.

12. Соколова М.Ю. Продуктивность бентоса водохранилищ питьевого водоснабжения / Соколова М.Ю., Львова-Качанова А.А. // Волга-1. Проблемы изучения и рационального использования биологических ресурсов водоемов. Куйбышев: Кн. изд-во, 1971. С. 158-166.

13. Винберг Г.Г. Биологические процессы и самоочищение на загрязненном участке реки. Минск: БГУ им. В.И. Ленина, 1973. 240 с.

14. Брагинский Л.П. Формирование и контроль качества поверхностных вод. Киев: Наукова Думка, 1981. 187 с.

15. Эйвор Л.О. Макрофиты в экологии водоемов. М.: ИВП РАН, 1992. 256 с.

16. Геер В. Изменения характеристик речного русла при катастрофическом паводке / В. Геер, Дж. Карлиз, Т. Неппл, К. Брукс, Н.Н. Митина // Аридные экосистемы, 2002. № 8. С. 40-48.

17. Rosgen D. Applied river morphology. Wildland Hydrology Pagosa Springs, 1996. 720 p.

18. Митина Н.Н. Методы оценки природно-ресурсного потенциала подводных ландшафтов водохранилищ озерно-речного типа // Изв. РАН, сер. Геогр., 2003. N 2. С. 72-82.

19. Митина Н.Н. Ресурсный потенциал устьевых областей рек. // Экосистемы речных пойм: Структура, динамика, ресурсный потенциал М.: РАСХН, 1997. С. 420-453.



N.N. Mitina, L.A. Telitchenko

NATURAL WATER CONTROL IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Freshwater basin capacity for self-purification has been overviewed. It is reached by biological cycle including organic matter creation, transformation and decomposition implemented by trophic (food) connections of bacterial, animal and plant worlds. Every natural aquatorial and bottom complex is shown to have its own self-purification

load in the process of water basin purification. Therefore zoning and comprehensive analysis of underwater landscape is of a big importance. From this point, nature conservation activity should be based on detection of complexes with the heist self-purification capacity, maintenance of their activity and broadening of their areas.

Key words: natural water quality, water control, basin self-purification, maximum permissible concentration, algae, higher aquatic vegetation, hydrobionts, toxicological load, toxicoresistance of water animals, sustainable development