

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ДЕЙСТВИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ЭВТРОФИКАЦИИ КРУПНЕЙШЕГО ТРАНСГРАНИЧНОГО ВОДОЕМА ЕВРОПЫ ЧУДСКО-ПСКОВСКОГО ОЗЕРА

© 2010 г. В.М. Тарбаева, О.Ю. Лупачев, А.А. Минасян

Невско-Ладожское бассейновое водное управление, Санкт-Петербург

Ключевые слова: биогенная нагрузка на водный объект, эвтрофикация, трансграничный водоем, экологическое состояние Чудско-Псковского озера, точечные и диффузные источники загрязнения водного объекта.

В статье приведены данные по динамике биогенной нагрузки на Псковско-Чудское озеро за период 1998—2007 гг., выявлены основные источники загрязнения озера биогенами, дана оценка экологического состояния озера в связи с биогенной нагрузкой на него, предложены приоритетные действия по снижению уровня эвтрофикации крупнейшего трансграничного водоема Европы.

Очищение воды и постоянное возобновление (репарация) ее качества являются важнейшими элементами самоподдержания стабильности всей водной экосистемы. Постоянно идущие процессы восстановления качества воды и ее самоочищения необходимы для сохранения свойств и поддержания стабильности экосистемы, т. к. эти процессы противостоят тем, что ведут к ухудшению качества воды. Действительно, в воду всех природных водных объектов постоянно поступают органические (автохтонные и аллохтонные) вещества; биогены с окружающей территории, водой притоков и выпадающими из воздуха осадками и частицами; азот (как следствие непрекращающейся деятельности азотфиксаторов — цианобактерий) [1]. Если эти спонтанные процессы ухудшения качества воды перестанут уравниваться постоянно действующей активностью гидробиологического механизма восстановления качества воды и ее самоочищения, то в водном объекте со временем усилится опасность снижения качества воды (угроза нарастания уровня загрязнения воды, эвтрофирования водного объекта) [2].

В настоящее время большинство водоемов, находящихся в зоне хозяйственной деятельности человека, в той или иной степени подвержено так называемым процессам антропогенной эвтрофикации. Не избежало этой участи и Чудско-Псковское озеро, имеющее большое социально-экономическое значение для Северо-Запада России и Эстонии.



Рис. 1. Чудско-Псковское озеро.

Данное нарушение естественного развития озерных экосистем обусловлено ускорением процессов первичного продуцирования в результате антропогенного обогащения водоема различными веществами, стимулирующими фотосинтез растительных организмов. Повышенное накопление автохтонного органического вещества вызывает, в свою очередь, ускорение процессов «старения» озерных экосистем, сопровождающихся ухудшением многих практически важных качеств озер, в частности, снижение их рыбохозяйственной значимости и рекреационной привлекательности.

К числу наиболее наглядных последствий антропогенного эвтрофирования может быть отнесено явление «цветения» воды, возникающее в результате чрезмерного развития некоторых планктонных водорослей. Данное явление достаточно часто (практически ежегодно) в течение уже длительного периода (около 100 лет) отмечается в Псковском озере, которое по уровню трофии классифицируется как гипертрофный водоем. В Чудском озере скорость процесса эвтрофирования резко возросла с конца 80-х гг. XX в. (среднесезонная биомасса фитопланктона — с 9,5 до 18,9 г/м³).

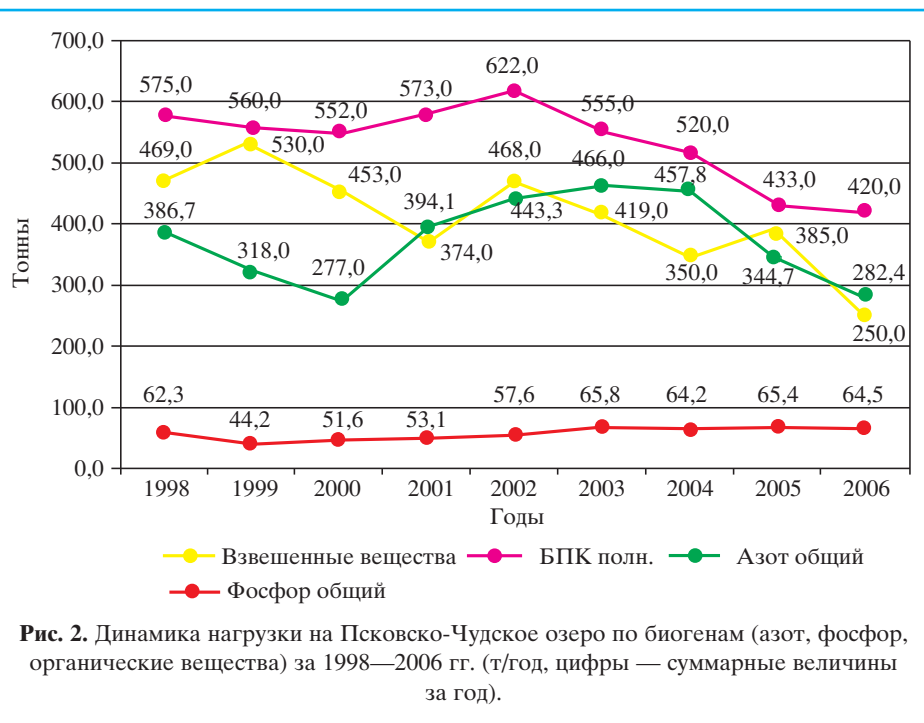
Псковско-Чудское озеро относится к числу крупнейших внутренних водоемов Европы, а в европейской части России занимает по пло-

щади третье место, уступая только Ладожскому и Онежскому озерам. Его площадь составляет 3558 км², из которых 44 % приходится на Эстонию и 56 % на Россию. Озеро относится к водосборному бассейну Финского залива Балтийского моря [3]. Озеро соединено с вышеупомянутым заливом зарегулированной р. Нарва, имеющей перепад высот между истоком и устьем, равный 30 м. Качество воды в Нарвском заливе и прилегающей к ней акватории напрямую зависит от качества воды, вытекающей из Чудского озера, т. к. протяженность р. Нарва невелика, а самоочистительная способность этой реки существенно не влияет на качество воды. В свете принятого в Кракове в 2007 г. Плана действий ХЕЛКОМ по Балтийскому морю (ПДБМ) проблеме сокращения биогенной нагрузки на Псковско-Чудское озеро уделяется большое внимание.

Псковско-Чудское озеро представляет собой три различные по морфометрическим и гидрологическим характеристикам части (плесы): Псковское, Теплое, Чудское. Трофический статус этих частей водоема различен. Псковское озеро с недавнего времени (20—30 лет по разным источникам) считается гипертрофным, оно своего рода — отстойник и биофильтр воды при ее дальнейшем поступлении в Теплое и Чудское озера. Основная масса органических и загрязняющих веществ, поступивших с юга водосборного бассейна, начинает возвращаться именно в Псковском озере. Теплое озеро находится на стадии перехода к гипертрофному. Чудское озеро является эвтрофным [4].

Анализ литературных источников, посвященных изучению бассейна Псковско-Чудского озера, показал, что вопросам хозяйственного и транспортного использования озера, мелиорации земель водосборного бассейна, начиная с 40-х гг. XIX в., уделено много внимания [5]. Исследования, касающиеся вопросов нормирования антропогенной нагрузки (разных видов), поступления биогенов и сохранения качества воды водоема, функционирования озера как элемента системы озеро — водосборный бассейн — социо-экономический блок, начались, в основном, с начала 90-х гг. XX в. Получены длинные динамические ряды по основным гидрохимическим, гидрологическим и биологическим параметрам. Начаты исследования и работа по модельным расчетам потоков биогенов в водосборном бассейне и озере.

Была проведена оценка экологического состояния Псковско-Чудского озера в связи с биогенными нагрузками на него. В биогенной нагрузке можно выделить естественную и антропогенную. Антропогенную нагрузку составляют: 9 % — точечные источники, 54 % — диффузное попадание в гидрографическую сеть от сельского хозяйства, 13 % — диффузное попадание от животноводческих ферм [6].



Точечные источники — это организованные сбросы канализационных стоков как очищенных, так и неочищенных, сбросы промышленных вод. Диффузное антропогенное поступление происходит за счет выхода канализационных стоков на рельеф, отсутствия канализации, стока вместе с осадками биогенов с сельскохозяйственных угодий, птицеферм и животноводческих ферм. По данным ФГУ ГСАС «Псковская», источниками загрязнения подземных и поверхностных вод являются 50 % телятников и 58 % обследованных ферм крупного рогатого скота, 80 % птицеферм и 100 % свиноферм.

Естественное поступление происходит за счет водоплавающих птиц, стока с рельефа природных фосфор- и азотсодержащих соединений, поступления по водотокам биогенов естественной природы. Также естественное поступление биогенов в водоем происходит за счет внутренней биогенной нагрузки, т. е. вторичное поступление биогенов из донных осадков, размер которой точно не выяснен. На рис. 2 приведен график, иллюстрирующий в целом динамику нагрузки по биогенным веществам на озеро от точечных источников.

На рис. 3 и 4 представлена динамика фосфорной и азотной нагрузки в 1998—2007 гг. В бассейне Чудско-Псковского озера в пределах

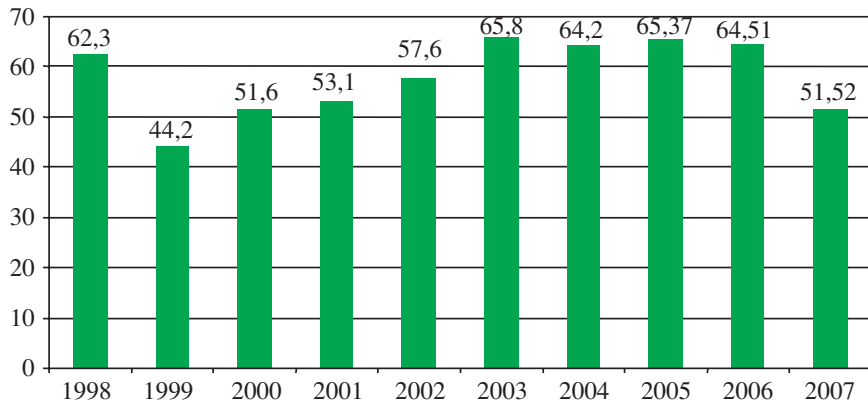


Рис. 3. Динамика фосфорной нагрузки на Псковско-Чудское озеро от точечных источников за 1998—2007 гг. (т/год, суммарное по всем водопользователям).

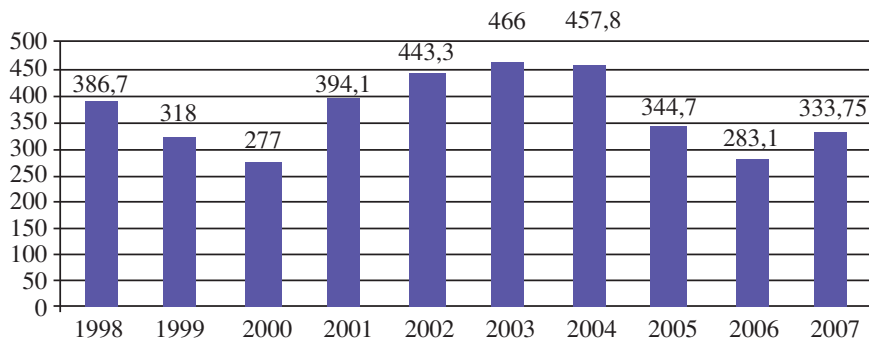


Рис. 4. Динамика азотной нагрузки на Псковско-Чудское озеро от точечных источников за 1998—2007 гг. (т/год, суммарное по всем водопользователям).

Псковской области функционирует 110 предприятий-водопользователей, из них 48 — на р. Великая. Основными источниками точечной биогенной нагрузки на озеро являются предприятия жилищно-коммунального хозяйства (86 %).

На территории бассейна Псковско-Чудского озера из 19 городов и поселков городского типа в 18 имеются централизованные системы канализации с очистными сооружениями (КОС) по очистке сточных вод. Их большая часть не производит очистку сточных вод до показателей, близких к нормативным, кроме КОС городов Псков и Остров. Очистные сооружения г. Псков были введены в эксплуатацию в 70-х гг. XX в. и являются одними из самых эффективных на Северо-Западе России.

В остальных городах и поселках Псковской области сброс сточных вод осуществляется на рельеф и в водные объекты без достаточной очистки. Наиболее неблагоприятная обстановка наблюдается в городах Новорожев, Пустошка, Гдов и пгт. Красногородск [7].

В 2007—2008 гг. снижение объема сброса сточных вод произошло за счет снижения объемов потребляемой и, соответственно, сбрасываемой сточной воды населением города в связи с установкой водомеров. Примерно на уровне 2006 г. сохранилась масса сброса по органическим веществам (по показателю БПК) и фосфору общему, произошло снижение на 120 т по взвешенным веществам и на 46,3 т по азоту общему. Внедрение в технологию очистки метода глубокой нитри-денитрификации привело к снижению сброса азота аммонийного, однако при этом увеличились массы сброса нитрат- и нитрит-ионов, поскольку технология процесса денитрификации на предприятии до конца не отработана [7, 8]. Что касается диффузной антропогенной нагрузки на озеро, то с 80-х гг. XX в. она снижается за счет резкого спада сельскохозяйственного производства [9].

Какие же мероприятия, ведущие к стабилизации или снижению уровня трофии Чудско-Псковского озера — этого крупнейшего трансграничного водоема Европы, на которое распространяется действие Хельсинской Конвенции (1974, 1992), необходимы? К приоритетным действиям по снижению уровня эвтрофикации Чудско-Псковского озера можно отнести:

- проведение исследований по определению источников биологической нагрузки загрязнения на бассейн Чудско-Псковского озера и р. Великая;

- проведение наиболее точной оценки основных видов и объемов рассеянной биологической нагрузки (около 80 % биогенной нагрузки на озеро от диффузных источников);

- оценка тенденции биологической нагрузки загрязнения;

- оценка воздействия выявленных источников загрязнения на качество воды в р. Великая и Чудско-Псковском озере;

- анализ экономической и экологической эффективности мероприятий, нацеленных на снижение эвтрофикации Чудско-Псковского озера;

- разработка Плана действий по проведению первоочередных рентабельных инвестиционных проектов и реальных административных мероприятий по контролю и снижению уровня эвтрофикации Чудско-Псковского озера.

Наиболее эффективным средством нормализации экологической ситуации в Чудско-Псковском озере является сокращение внешней и

внутренней биогенной нагрузки, которое связано с уменьшением поступления в озеро биогенных элементов:

- удаление азота и фосфора из сточных вод;
- замена фосфора в детергентах;
- использование в сельском хозяйстве современных методов земледелия, минеральных удобрений, утилизация отходов животноводства и т. д.

Что касается внутренней нагрузки, то в мелководных водоемах, таких как Псковское озеро, она может играть заметную роль в обогащении воды фосфором. Здесь может стоять вопрос об изоляции донных отложений от водных масс, либо о периодическом удалении макрофитов, которые активно используют биогенные и другие элементы из донных отложений.

Таким образом, для улучшения экологической ситуации озера в ближайшее время необходимо разработать и выполнить совместную российско-эстонскую программу мероприятий по предотвращению или ограничению загрязнения водосборного бассейна Чудско-Псковского озера. В эту программу должен быть включен анализ воздействия различных источников загрязнения на озеро, выявление основных загрязнителей, учитывая дальнейшее развитие регионов, определение мероприятий по снижению нагрузки загрязнения и разработку конкретного плана действий, включая оценку экономической и экологической эффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Остроумов С.А.* Водная экосистема: крупноразмерный диверсифицированный биореактор с функцией самоочищения воды // Доклады РАН, 2000. Т. 374. № 3. С. 427—429.
2. *Остроумов С.А.* Синэкологические основы решения проблемы эвтрофирования // Доклады РАН, 2001. Т. 381. № 5. С. 709—712.
3. *Лебедева О.А.* Комплексный экологический мониторинг дельты р. Великой // Северо-запад России: взаимодействие общества и природы. Ч. 1. Псков: Изд-во Псковского гос. пед. ин-та им. С.М. Кирова, 2001. С. 28—31.
4. *Кондратьев С.А.* Воздействие точечных и рассредоточенных источников загрязнения на фосфорный режим Чудско-Псковского озера // Теория и практика восстановления внутренних водоемов: тр. конф. СПб., 2007. С. 212—293.
5. *Соколов А.А.* Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Чудско-Псковское озеро. Ленинград: Гидрометиздат, 1983. С. 92.
6. *Скакальский Б.Г.* Структура биогенной нагрузки на Псковско-Чудское озеро с российской части его водосборной площади // Охрана и рациональное использование водных ресурсов Ладожского озера и других больших озер. СПб.: Изд-во РАН, 2003. С. 242—244.
7. *Тарбаева В.М., Гринева Е.Е., Гаранжа Е.Б.* Опыт международного сотрудничества на примере российско-финского и российско-эстонского взаимодействия по транс-

граничным водным объектам // X Междунар. экологич. форум «День Балтийского моря»: сб. тезисов. СПб., 2009. С. 65—68.

8. *Тарбаева В.М., Гринева Е.Е., Орлова Ю.К., Гаранжа Е.Б., Малыгина Л.В.* Организация мониторинга водных объектов в бассейне р. Нарва в рамках российско-эстонского сотрудничества / Междунар. общ.-науч. конф. «Экологические и социальные проблемы Северо-Запада России и стран Балтийского региона»: сб. тезисов. Псков: Изд-во ПГПУ, АНО «ЛОГОС», 2008. С. 110—114.
9. *Ястремский В.В.* Биомониторинг Псковско-Чудского озера по фитопланктону // Проблемы экологии и региональной политики Северо-Запада России и сопредельных территорий. Псков: Изд-во Псковского гос. пед. ин-та им. С.М. Кирова, 1999. С. 21—23.

Сведения об авторах:

Тарбаева Вероника Михайловна, д. б. н., профессор, заместитель руководителя Невско-Ладожского бассейнового водного управления (Невско-Ладожское БВУ), Санкт-Петербург, tarbaeva@nlbv.ru;

Лупачев Олег Юрьевич, руководитель Невско-Ладожского БВУ, Санкт-Петербург, lupachev@nlbv.ru;

Минасян Артур Арамаисович, ведущий инженер ФГУ «Балтводхоз», Санкт-Петербург, (812) 328-53-81.