

*Н. И. Ходоровская, Л. В. Дерябина,
С. В. Крайнева, А. Ю. Утопленникова*

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ШЕРШНЁВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Дана гидрохимическая и гидробиологическая характеристика Шершнёвского водохранилища в современных условиях и многолетнем аспекте. Показано, что в настоящее время в водоёме наблюдается значительное ухудшение качества воды по сравнению с 80-ми гг. прошлого столетия. Ухудшение качества воды сопровождается прогрессирующим «цветением» водоёма, появлением неприятных запахов и повышением цветности и общим снижением качества воды.

Ключевые слова: водохранилище, питьевой источник, эвтрофирование, фитопланктон, зоопланктон.

Шершнёвское водохранилище создано в период 1961–1969 гг. Развитие Челябинского промузла потребовало решения проблемы дефицита воды, что привело в 1960-х гг. к формированию каскада водохранилищ: Шершнёвское — Аргазинское водохранилище. По генезису это водохранилище речного долинного (руслового) типа с многолетним регулированием стока.

В настоящее время Шершнёвский водоём является единственным источником питьевого водоснабжения Челябинска и ряда населенных пунктов в его окрестностях.

Сегодня ощущается нехватка воды для обеспечения динамично развивающегося промышленного центра, и уже несколько лет на очереди введение системы переброски части стока рек Уфы в бассейн реки Миасс. Шершнёвское водохранилище испытывает все возрастающую нагрузку и давление городской застройки, и это не может не сказываться на экосистеме водоёма и качестве воды питьевого источника.

Целью настоящей работы является оценка современного состояния Шершнёвского водохранилища, испытывающего интенсивное антропогенное воздействие. В основу положены результаты собственных многолетних исследований (в период с 2007 по 2012 г.) и литературные данные [2; 3; 5]. Для исследования состава воды и биоты были использованы стандартные гидробиологические и гидрохимические методики.

На современном этапе Шершнёвское водохранилище характеризуется цветностью воды, достигающей 37–53 градусов в периоды «цветения», и увеличивающейся до 100–120 градусов в паводковый период. Однако в 2010–2011 гг. в летний период цветность воды повышалась до 70–100 градусов, против 30–40 в предыдущие десятилетия.

Многолетняя динамика водородного показателя (рН) свидетельствует о нестабильном состоя-

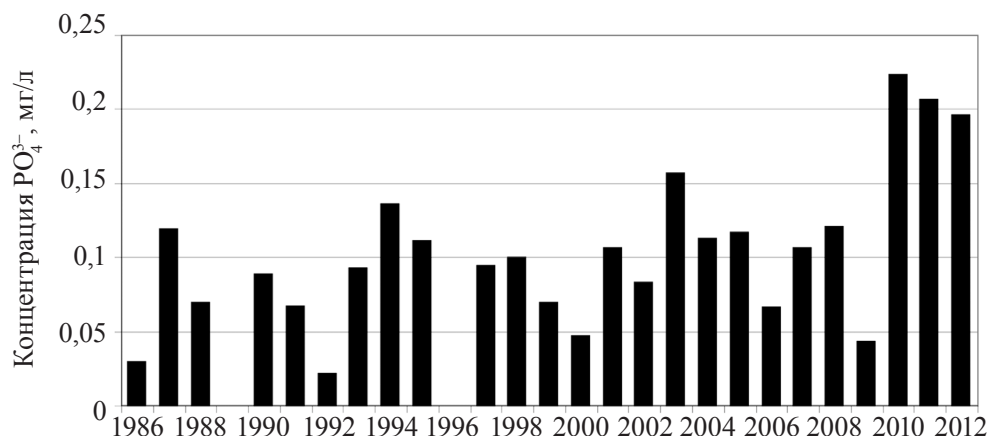
нии кислотно-щелочного баланса воды в последние годы. В летний период наблюдается стойко выраженный сдвиг рН в щелочную сторону от 8,2 до 9,4. Формирование полищелочных условий обычно наблюдается при массовом развитии фитопланктона в течение летних месяцев, что является показателем высокого уровня эвтрофирования водоёма.

В многолетнем аспекте отмечается постепенное увеличение содержания органических веществ в воде. Так, значения БПК₂₀ с 4,5–5,5 мг/дм³ в 1987–1988 гг. возросли до 9,3–12,7 мг/дм³ в 2000-е гг. Показатель БПК₅ повысился с 2,2–2,7 в летние периоды 2003–2008 гг. до 5,5–7,0 мг/дм³ в 2009–2012 гг.

Сезонная динамика азота и фосфора отражает изменения трофических условий в экосистеме в течение года: зимой, когда процессы фотосинтеза подавлены, происходит накопление биогенных элементов; минимальные концентрации отмечаются в начале июня; в течение вегетационного периода их содержание колеблется.

Многолетняя динамика минерального фосфора обладает выраженной тенденцией к росту, что также отражает скорость антропогенного эвтрофирования водохранилища в последние годы (рисунок).

Содержание ортофосфатов за последние 25 лет увеличилось более чем в 30 раз, что свидетельствует об интенсивных процессах его накопления в водной экосистеме. Устойчивое повышение средних и максимальных концентраций минерального фосфора в воде наблюдается с 2008 г. Летом 2011–2012 гг. концентрации фосфат-иона в воде достигали в среднем 0,2 мг/дм³ с отдельными максимумами до 0,4 мг/дм³. В целом, за последние 5 лет средние концентрации минерального фосфора в летний период выросли с 0,1 в 2007 г. до 0,2 мг/дм³ в 2011–2012 гг. Такие явления характеризуют повышение уровня эвтрофирования



Динамика среднегодовых концентраций ортофосфатов в воде Шершнёвского водохранилища за многолетний период

ния водоёма. По значению TSI-индекса (54–65) водоём характеризуется на данный момент как мезотрофно-эвтрофный.

Как следствие нарастающих процессов эвтрофирования в Шершнёвском водохранилище ежегодно в период с июня по сентябрь регистрируется массовое «цветение» фитопланктона, сопровождающееся развитием цианобактерий, достигающим максимума в июле-августе, что приводит к неблагоприятным изменениям качества воды. За многолетний период отмечено увеличение абсолютных значений максимальной биомассы от 36,7 г/м³ (1979–1980 гг.) до 52,7 г/м³ (2002 г.) и 105 г/м³ (2005 г.) [4].

Фитопланктон является чувствительным индикатором степени антропогенного воздействия на экологическое состояние водоёмов. Водорослям принадлежит ведущая роль в индикации качества воды. Способность водорослей реагировать на смену экологических условий послужила основой их успешного применения для диагностики экологического состояния водоёмов [6].

Ежегодные максимумы численности фитопланктона Шершнёвского водохранилища значительно отличаются год от года. За многолетний период до 2000 г. максимальная численность фитопланктона отмечена в августе 1993 г. и составила 387 млн кл./л. В июле 2010 г. ситуация повторилась, когда максимальная численность фитопланктона возросла до 469,8 млн кл./л.

Сезонная динамика биомассы и численности, а также видовой состав альгофлоры в водных экосистемах отражает общие черты сукцессии сообществ при антропогенном эвтрофировании водоёма.

К настоящему времени в составе альгофлоры Шершнёвского водохранилища зарегистрирова-

но 622 вида разновидностей и форм водорослей, относящихся к 8 отделам. Это свидетельствует о богатстве и высоком уровне таксономического разнообразия флоры водорослей исследуемого водоёма [4].

В состав доминирующего комплекса из сине-зеленых водорослей входят виды рода *Anabaena*, *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *Microcystis wesenbergii* (Kom.) Kom. in Kondrateva, *Oscillatoria agardhii* Gom., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs., *Gomphosphaeria lacustris* Chod. f. *Lacustris*, диатомовые *Aulacoseira islandica* (O. Mbl.) Sim., *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Asterionella formosa* Hass., виды рода *Stephanodiscus*, зеленые *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh., *Dictyosphaerium pulchellum* H. Wood var. *pulchellum*.

В результате структурного и количественного анализа выявлено, что видами со 100 % встречаемостью за период с 1984 по 2009 г. являются: *Aphanizomenon flos-aqua* (L.) Ralfs., *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. и *Gomphosphaeria lacustris* Chod. f. *Lacustris*

Анализ родовой насыщенности видовыми и внутривидовыми таксонами показал, что в условиях антропогенного эвтрофирования увеличивается видовое богатство сине-зеленых водорослей.

За исследуемый период в Шершнёвском водохранилище отмечено увеличение количества видов *Cyanophyta*, большей частью за счёт видов рода *Anabaena*. В настоящее время, род *Anabaena* представлен девятью видами.

В 1986 г. впервые найдены виды *Anabaena planctonica*, *Anabaena spiroides*, а в 2002 г. *Anabaena scheremetieva* Elenk. С 2006 г. стабильно

присутствует в водоёме *Anabaena fl-aq. f. aptec.* и *Anabaena planeton*. В 2009 г. были найдены такие виды, как *Anabaena contorta*, *Anabaena constricta* и *Anabaena macrospore*.

Таким образом, видно, что происходит значительное увеличение количества видов рода *Anabaena*. Также следует отметить появление с 1994 г. вида рода *Oscillatoria O. agardhii* Gom.

Анализ встречаемости видов *Cyanophyta* показал, что за период с 1984 по 2009 г. произошло изменение структуры видового состава отдела. С 1984 по 1993 г. было относительно стабильное количество видов, которое составляло 10. С 1994 по 1996 г. наблюдалось колебание числа видов *Cyanophyta* от 8 до 12. С 1997 г. начинается неуклонное их увеличение, в 2009 г. число видов достигло двадцати.

Увеличение числа видов и появление новых видов сине-зеленых водорослей является показателем высокой степени эвтрофирования водоёма [7].

Основной вклад в количественные характеристики *Cyanophyta* вносит род *Aphanizomenon*. Наиболее часто встречаемым видом является *Aphanizomenon flos-aqua* (L.) Ralfs. Этот вид в массовом количестве вызывает «цветение» воды летом.

Анализ данных показал, что средняя численность фитопланктона в течение многолетнего периода в более чем 80 % случаев больше 100 тыс. кл./см³, поэтому, согласно ГОСТу 2761-84, вода в Шершнёвском водохранилище должна быть отнесена к 3 классу качества.

Состояние придонной области водоёма оценивали по характеристикам зообентоса. Как показали многолетние наблюдения, основными группами животного населения дна Шершнёвского водохранилища являются олигохеты, личинки комаров-хирономид, двустворчатые и брюхоногие моллюски. В последние годы (2010–2012 гг.) в составе бентосных обществ происходят определённые изменения, что связано с увеличением численности круглых червей (нематод) и повышением их статуса в составе донных зооценозов. Эта группа становится одним из доминантов сообщества, что особенно заметно в речном плёсе водохранилища, где доля нематод в численности зообентоса составляет 25–45 %. Одновременно отмечается увеличение численности олигохет семейства *Tubificidae*, устойчивых к загрязнению вод. Всё это говорит о повышении органического загрязнения в придонной области водохранилища.

Таким образом, в настоящее время в водоёме наблюдается значительное ухудшение качества

воды. В целом, по комплексу показателей в настоящее время состояние экосистемы характеризуется наличием элементов экологического регресса и переходом из многолетнего устойчивого мезотрофного состояния в эвтрофное. По ряду показателей качество воды Шершнёвского водохранилища как источника централизованного водоснабжения на данный момент меняется на 3 класс качества. Это сопровождается снижением качества воды, прогрессирующим «цветением» водоёма, возрастанием органического загрязнения, появлением неприятных запахов и повышением цветности воды.

Список литературы

1. Трифонова, И. С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л., 1990. 184 с.
2. Ходоровская, Н. И. Инвентаризация и ранжирование источников загрязнения Шершнёвского водохранилища / Н. И. Ходоровская, В. С. Сперанский, Н. М. Цейзер, С. В. Тряпицына, К. С. Чернов // Вестн. Челяб. гос. ун-та. 2008. № 4 (105). Экология. Природопользование. Вып. 1. С. 126–128.
3. Ярушина, М. И. Флора водорослей водоёмов Челябинской области / М. И. Ярушина, Г. В. Танаева, Т. В. Еремкина. Екатеринбург : УрО РАН, 2004. 308 с.
4. Ходоровская, Н. И. Современное состояние Шершнёвского водохранилища в условиях антропогенного эвтрофирования / Н. И. Ходоровская, Т. В. Еремкина, В. А. Антипова // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы : материалы IV Всерос. конф. по водной экотоксикологии : в 2 ч. Борок, 2011. Ч. 2. С. 177–181.
5. Дерябина, Л. В. Биологическая оценка состояния Шершнёвского водохранилища в 2007 г. / Л. В. Дерябина, Е. В. Сафонова, Е. А. Пряхин [и др.] // Вестн. Челяб. гос. ун-та. 2008. № 4 (105). Экология. Природопользование. Вып. 1. С. 128–131.
6. Немцева, Н. В. Структурно-функциональная характеристика водорослевого сообщества и её использование для определения экологического состояния пойменных водоёмов [Электронный ресурс] / Н. В. Немцева, Т. Н. Яценко-Степанова, О. В. Бухарин. URL: <http://regnet.uran.ru>.
7. Еремкина, Т. В. Структура и функционирование фитопланктона озёр северной части Увильдинской зоны (Челябинская область) в условиях антропогенного эвтрофирования : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок, 2010. 22 с.