



УДК 556.551

СОДЕРЖАНИЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЧЕБОКСАРСКОМ И КУЙБЫШЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩАХ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Терешина Мария Алексеевна, инженер ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

Ерина Оксана Николаевна, к.г.н., научный сотрудник ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ, д. 1, географический факультет

Аннотация. Приведен анализ пространственного распределения различных форм азота и фосфора на участке р. Волги от г. Нижнего Новгорода до устья р. Камы по данным, полученным в ходе экспедиции Плавучего университета Волжского бассейна в августе 2020 г. Показаны основные различия в содержании биогенных веществ и биологической продуктивности различных частей Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ.

Ключевые слова: биогенные элементы, азот, фосфор, Чебоксарское водохранилище, Куйбышевское водохранилище, биогенное загрязнение, эвтрофирование.

Введение

Водохранилища Средней Волги испытывают существенную биогенную нагрузку за счет транзитного стока биогенных веществ с водами р. Волги, прямого поступления элементов с водами различных притоков и сточными водами, а также диффузного загрязнения с существенно хозяйственно освоенных водосборов [1]. Биогенное загрязнение является крайне существенным фактором эвтрофирования всего Волжского каскада водохранилищ, и исследования, посвященные биогенному режиму этих водохранилищ, необходимы для выявления причин и контроля вспышек цветения сине-зеленых водорослей, наносящих ущерб как водно-хозяйственному комплексу, так и экосистемам

В ходе экспедиций Плавучего университета Волжского бассейна, уже несколько лет организуемых под руководством РГО, проводятся комплексные обследования экосистем водохранилищ Средней Волги, позволяющие оценить взаимодействие между их различными абиотическими и биотическими компонентами. В состав работ неизменно входит анализ пространственного распределения биогенных элементов, что позволяет охарактеризовать трофический статус исследуемых водных объектов.

Материалы и методы

Длина маршрута экспедиции 4-12 августа 2020 г. составила около 500 км – от г. Нижнего Новгорода до г. Болгар. Каждые 20-40 км по длине маршрута проводилось измерение физико-химических характеристик (температура воды, удельная электропроводность, рН, содержание растворенного кислорода) и отбирались пробы воды для определения в них содержания различных форм азота и фосфора. Определение концентрации минерального и валового фосфора проводилось по методу Морфи-Райли, валового азота – фотометрическим методом после персульфатного окисления. Для определения содержания растворенных форм элементов пробы фильтровались через мембранные фильтры с диаметром пор 0.45 мкм.

Результаты и их обсуждение

В речной части Чебоксарского водохранилища, на участке протяженностью около 80 км ниже слияния Оки и Волги прослеживалась неоднородность в содержании азота и фосфора между левобережной и правобережной частями, типичная для их зоны смешения[2]. В сечении непосредственно ниже слияния рек концентрации общего азота и фосфора составили соответственно 0,76 и 0,07 мг/л в левобережном (волжском) потоке и 1,48 и 0,20 мг/л в правобережном (окском) потоке. В окской воде во взвешенном состоянии находилось около 30% азота и 45% фосфора, в волжской – менее 10% азота и около 30% фосфора. Доля органического фосфора составляла около 35% от его валового содержания в окской воде и около 25% - в волжской.

Ниже по течению происходило плавное выравнивание содержания биогенных элементов по поперечному сечению реки. Выше устья р. Суры содержание общего азота составило около 1,1 мг/л (из которых около 90% пребывали в растворенной форме), концентрация общего фосфора составляла 0,12-0,13 мг/л (около 80% - в растворенной форме). Доля органического фосфора составила 30-40%. Аналогичные величины концентраций общего азота и фосфора отмечались и во всей озерной части Чебоксарского водохранилища: среди 11 рассмотренных станций диапазон концентраций общего фосфора составил 0,11-0,14 мг/л, общего азота – 0,95-1,43 мг/л. Доля растворенных форм обоих элементов здесь в среднем составила 85%, доля органического фосфора снизилась в среднем до 15%. В озерной части также наблюдались менее высокие концентрации растворенного кислорода и хлорофилла-а, чем в речной части, что свидетельствует о ее меньшей биологической продуктивности по сравнению с речным участком.

В нижнем бьефе Чебоксарского водохранилища также не было отмечено существенных изменений в валовом содержании азота и фосфора – их концентрации ниже г. Новочебоксарска и до г. Казань составляли соответственно 1,0 и 0,12 мг/л. На этом участке было отмечено потребление минеральных растворенных форм элементов, за счет чего доля органического фосфора возросла до 20%. Вблизи г. Казань также было отмечено небольшое увеличение концентрации нитритного азота, которое может быть вызвано загрязнением водохранилища городскими сточными водами.

Река Кама характеризовалась гораздо более низкими концентрациями биогенных веществ: содержание общего азота составило около 0,7 мг/л, общего фосфора – 0,08 мг/л. Около 75-80% азота и фосфора находилось в растворенной форме, доля органического фосфора составила около 30%. За счет разбавления волжских вод камскими средняя концентрация биогенных элементов в Куйбышевском водохранилище в створе г. Болгар оказалась понижена относительно вышележащих станций: концентрация общего азота снизилась в среднем до 1 мг/л, общего фосфора – до 0,1 мг/л. При этом биологическая продуктивность в этом районе сильно повысилась: доля органического фосфора составила от 40 до 70%, концентрация растворенного кислорода на всех станциях превысила концентрацию насыщения, также были отмечены высокие значения рН и повышенные концентрации хлорофилла-а.

Соотношение концентраций общего азота и фосфора (TN:TP) во всех точках отбора проб составляло от 5 до 12, что указывает на существенную роль азота в биогенном лимитировании развития фитопланктона. Относительный недостаток азота может давать

дополнительный толчок к развитию в водохранилищах Средней Волги экологически неблагоприятных сине-зеленых водорослей, получающих преимущество за счет способности к утилизации менее доступных для других видов фитопланктона форм минерального азота [3].

Выводы

Изменчивость концентраций азота и фосфора в исследованных частях Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ достаточно мала. Наибольшую неоднородность вносят крупнейшие притоки, впадающие в р. Волгу на исследованном участке – реки Ока и Кама, в то время как остальные притоки не оказывают существенного влияния на ее биогенный баланс. Правобережная часть речного участка Чебоксарского водохранилища, занятая окской водой, характеризуется наиболее высокой концентрацией азота и фосфора, а также наибольшей средней концентрацией хлорофилла среди обоих водохранилищ в пределах исследованного участка, хотя повышенная биологическая продуктивность отмечается и в Куйбышевском водохранилище ниже впадения р. Камы, характеризующейся сравнительно невысоким содержанием биогенных элементов.

Экспедиционные работы проводились при финансовой поддержке Российского Географического Общества в рамках проекта «Плавучий университет Волжского бассейна».
Обработка данных и некоторые виды лабораторных исследований выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проект 19-05-50109).

Список литературы:

1. Минакова Е. А., Шлычков А. П., Шайхиев И. Г. Многолетняя динамика биогенных веществ в воде Куйбышевского водохранилища в современный период // Вестник Казанского технологического университета. – 2017. – Т. 20. – №. 8.
2. Mineeva N. M. et al. Chlorophyll content and factors affecting its spatial distribution in the Middle Volga reservoirs // Inland Water Biology. – 2008. – Т. 1. – №. 1. – С. 64-72. DOI: 10.1007/s12212-008-1010-5
3. Kim H. S. et al. Effects of limiting nutrients and N: P ratios on the phytoplankton growth in a shallow hypertrophic reservoir // Eutrophication of Shallow Lakes with Special Reference to Lake Taihu, China. – Springer, Dordrecht, 2007. – С. 255-267.

NUTRIENT ELEMENT CONTENT IN CHEBOKSARY AND KUYBYSHEV RESERVOIRS: A COMPARATIVE ANALYSIS

Maria Tereshina, Oxana Erina

Abstract. This article contains an analysis of spatial distribution of various forms of nitrogen and phosphorus in a section of the Volga River from Nizhniy Novgorod to the Kama River's mouth. The differences between nutrient content and biological productivity of different parts of Cheboksary and Kuybyshev Reservoirs are shown.

Keywords: nutrient elements, nitrogen, phosphorus, Cheboksary Reservoir, Kuybyshev Reservoir, nutrient pollution, eutrophication