



УДК 556.55

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

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

В.М. Колий, магистрант ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

Е.А. Вилимович, магистрант ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

Д.И. Соколов, старший научный сотрудник ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ, д. 1, географический факультет

Работа выполнена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» (РГО) в рамках грантового проекта РГО «Экспедиция «Плавучий университет Волжского бассейна» (Договор № 06/2018-Р от 27.06.2018)

МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНЫХ МАСС РЕЧНОГО УЧАСТКА ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ключевые слова: *Чебоксарское водохранилище, Ока, Волга, биогенные элементы, трофический статус, погодные условия, эвтрофирование, хлорофилл, органическое вещество*

По результатам работы экспедиций «Плавучий университет Волжского бассейна» в 2017 и 2018 гг. рассмотрены основные черты летнего гидроэкологического режима речного участка Чебоксарского водохранилища (от устья р. Оки до устья р. Суры) и их межгодовая изменчивость. Достоверно выделены различия между левобережной и правобережной частями водохранилища, связанные с большой протяженностью зоны смешения Оки и Волги.

Введение

Бассейны Волги и Оки являются одними из наиболее хозяйственно освоенных и заселенных районов России, на их территории проживает более трети населения страны. Обе реки испытывают огромную антропогенную нагрузку как за счет поступления сточных вод с различных предприятий и населенных пунктов, так и за счет диффузного стока. При этом Волга и Ока характеризуются как различными природными условиями формирования водного и химического стока, так и разной степенью зарегулированности и особенностями конкретных видов антропогенного воздействия. Это приводит к

существенным различиям в гидроэкологических условиях рек, и как следствие – к их трофности. Воды Оки менее цветные, чем богатые гуминовыми веществами Волжские воды, но при этом более минерализованные, точных же оценок поступления в волжский каскад загрязняющих веществ и биогенных элементов с притоком Оки до настоящего времени не опубликовано.

Данные экспедиций Плавучего университета Волжского бассейна в 2017–2018 гг. позволили как описать основные различия в гидроэкологических параметрах вод Оки и Волги в г. Нижнем Новгороде, так и оценить протяженность зоны их смешения и рассмотреть трансформацию этих водных масс по длине водохранилища. Также был проанализирован характер межгодовой изменчивости характеристик, связанной с различиями в гидрометеорологических условиях различных лет.

Материалы и методы

В данной работе были проанализированы данные, полученные в ходе двух рейсов «Плавучего университета»: 28-30 июля 2017 г. и 24-28 июля 2018 г. В 2017 г. маршрут экспедиции охватывал участок Чебоксарского водохранилища ниже г. Нижнего Новгорода протяженностью более 30 км (до створа Макарьевского монастыря), в 2018 г. же исследуемый участок протянулся еще ниже по реке – до устья р. Суры (рис. 1). В обеих экспедициях также охватывался участок р. Оки ниже слияния с Волгой (пробы отбирались в створе Канавинского моста).

В каждом назначенном створе проводился одинаковый набор гидрологических работ в левобережной и правобережной частях Чебоксарского водохранилища, также повторенный и в створе на р. Оке. В состав работ входили: измерение вертикальных распределений температуры и удельной электропроводности воды, содержания растворенного кислорода и величины рН; определение прозрачности воды по диску Секки, отбор проб воды из поверхностного слоя. В отобранных пробах лабораторно измерялось содержание минерального и валового фосфора, хлорофилла *a*, минерального кремния, нитратов и основных ионов. В 2018 г. к перечню анализируемых показателей добавился общий азот, а также косвенные показатели содержания органических веществ – цветность воды и величина химического потребления кислорода (ХПК).

Метеорологические условия анализировали по данным наблюдений на метеостанции г. Нижний Новгород [1].

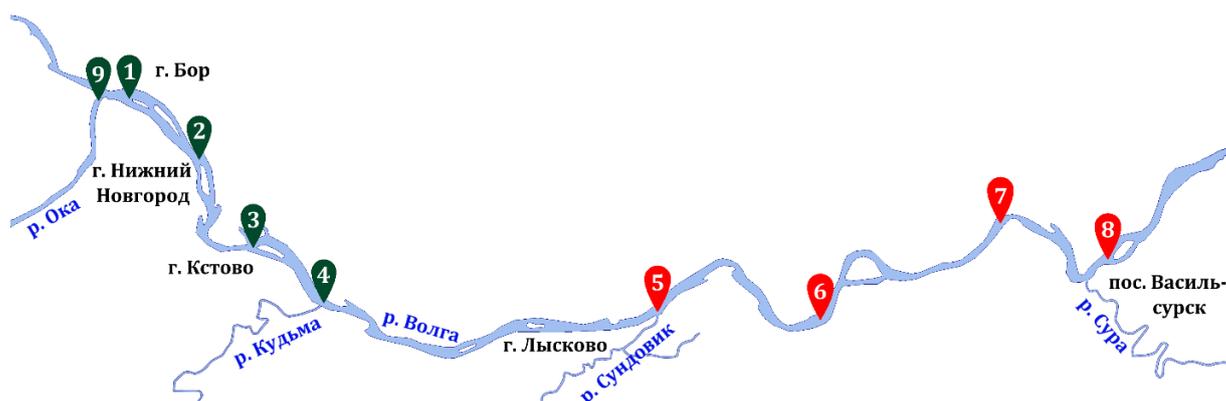


Рис. 1. Схема пунктов отбора проб на речном участке Чебоксарского водохранилища в 2017 и 2018 гг. (1 – г. Н. Новгород, Чкаловская лестница; 2 – г. Н. Новгород, ниже очистных сооружений; 3 – ниже г. Кстово, 4 – ниже устья р. Кудьмы, 5 – ниже устья р. Суновик, 6 – д. Кременки, 7 – д. Фокино, 8 – ниже устья р. Суры, 9 – р. Ока, Канавинский мост)

Результаты и их обсуждение

Удельная электропроводность воды является показателем ее минерализации и позволяет установить генетические различия водных масс. По данным экспедиционных исследований в Чебоксарском водохранилище непосредственно ниже слияния Оки и

Волги обнаруживаются два потока, различных по величине электропроводности: в левобережной части преобладают менее минерализованные волжские воды (около 224 мкСм/см), в правобережной – более минерализованные окские (523 мкСм/см в 2017 г., 668 мкСм/см в 2018 г.) (рис. 2). Различия в электропроводности воды у левого и правого берега водохранилища сохраняются на протяжении десятков километров, переставая быть значительными лишь в районе д. Фокино (т. 7). Данные экспедиций свидетельствуют о том, что в 2018 г. смешение водных масс происходило быстрее, что связано с меньшей водностью р. Оки по сравнению с 2017 г.

Два потока – окский и волжский – выделяются и по содержанию различных химических элементов. Так, в 2018 г. ниже слияния Оки и Волги в правобережной (окской) части потока отмечалась концентрация минерального фосфора 0,106 мг/л, а в левобережной (волжской) за счет активного потребления в расположенных выше по течению водохранилищах концентрация была гораздо ниже – 0,025 мг/л. В 2017 г. в волжских водах отмечалась примерно в два раза более высокая концентрация фосфатов за счет менее интенсивного потребления фитопланктоном на фоне холодного лета. Из-за потребления фитопланктоном выравнивание содержания минерального фосфора между левобережной и правобережной частями происходит быстрее, чем в случае электропроводности: в районе т. 5 в обоих потоках отмечается содержание фосфатов на уровне 0,070 мг/л. Увеличение содержания минерального фосфора отмечается в створе очистных сооружений, а также ниже устья р. Суры (до 0,100 мг/л).

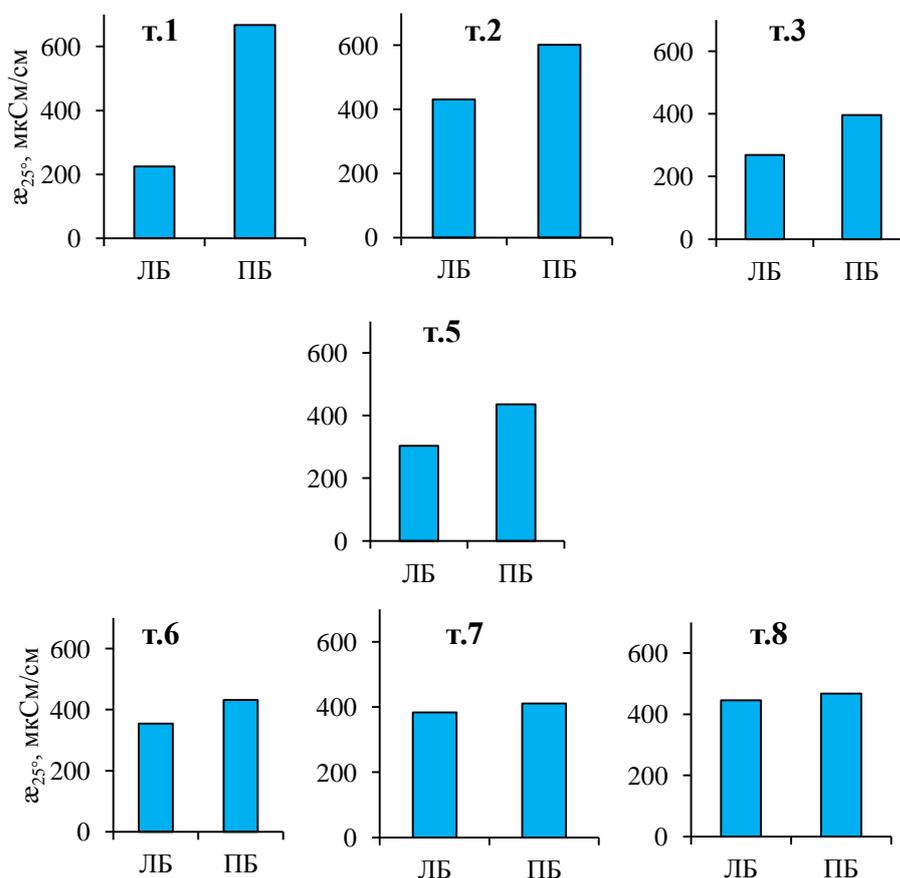


Рис. 2. Электропроводность воды (α_{25° , мкСм/см) в Чебоксарском водохранилище в 2018 г. на участке от устья р. Оки до устья р. Суры (номера точек согласно рис. 1)

Содержание валового фосфора ниже слияния рек в 2018 г. составляло 0,053 мг/л в волжском потоке и 0,195 мг/л в окском потоке, в 2017 г. значения были похожи. При этом в 2018 г. на органический фосфор в обоих потоках приходилось около 50%, а в 2017 г. – менее 20%, что подтверждает вывод о более активном цветении фитопланктона в

верхневолжских водохранилищах в 2018 г. по сравнению с 2017 г. Содержание валового фосфора также выравнивается между берегами до д. Лысково. Ниже устья р. Суры в 2018 г. концентрация валового фосфора у обоих берегов составляла около 120–125 мг/л с преобладанием (до 80%) минеральной формы, что вместе с невысоким насыщением кислорода (около 70%) свидетельствует о низкой фотосинтетической активности в данном районе водохранилища.

Содержание общего азота в 2018 г. ниже г. Нижнего Новгорода составляло в окском потоке 1,204 мг/л, в волжском – 0,767 мг/л. Более высокие концентрации азота в правобережной части наблюдались вплоть до т. 7. В районе устья р. Суры содержание валового азота у обоих берегов составляло около 1,0 мг/л. При этом обнаружено, что соотношение концентраций азота и фосфора (TN:TP) в районе Стрелки г. Нижнего Новгорода в волжской водной массе составило 16:1, а в окской – 6:1. Ниже по течению соотношение в обоих потоках начинает трансформироваться и в районе устья р. Суры у обоих берегов составляет 8:1. При соотношении TN:TP более 20:1 лимитирующим является фосфор, а при соотношении TN:TP менее 10:1 – азот [2-3], в промежуточном диапазоне может наблюдаться ко-лимитация. Таким образом, для окской воды и для большей части рассмотренного участка Чебоксарского водохранилища характерно азотное лимитирование, хотя это считается нехарактерным для пресноводных экосистем.

Окский и волжский потоки по данным экспедиций также значительно отличались по степени развития фитопланктона (определяемой по концентрации хлорофилла *a*). В 2018 г. ниже слияния Оки и Волги концентрация хлорофилла в правобережной части водохранилища составила 43,9 мкг/л, а левобережной – только 6,6 мкг/л. Более высокое содержание хлорофилла в окской водной массе обусловлено как большим содержанием биогенных элементов, так и меньшей скоростью течения р. Оки в устьевом створе по сравнению с Волгой. В 2017 г. концентрация хлорофилла *a* в окской воде достигала еще более высоких значений – 62 мкг/л, для волжской водной массы значения были близки к 2018 г. В результате увеличения скорости потока ниже слияния по сравнению с устьевой частью р. Оки наблюдается постепенное снижение концентрации хлорофилла в правобережье Чебоксарского водохранилища, и на участке д. Лысково – д. Кременки она достигает уровня значений Волжского потока. В районе устья р. Суры содержание хлорофилла в Чебоксарском водохранилище составляет около 9 мкг/л в обеих зонах.

Выводы

Было выявлено, что на речном участке Чебоксарского водохранилища на протяжении более 100 километров наблюдаются две водные массы – правобережная представлена окской водой, левобережная – волжской. Эти водные массы значительно различаются по электропроводности, содержанию растворенного кислорода и биогенных веществ и концентрации хлорофилла *a*, и, как следствие – по уровню фотосинтетической активности. Для р. Оки в оба года отмечены более высокие концентрации биогенных элементов, что приводит к выводу о необходимости рассмотрения ее как одного из крупнейших источников антропогенного эвтрофирования Чебоксарского водохранилища. Важнейшим выводом является выявленная предрасположенность к азотному лимитированию развития фитопланктона в Чебоксарском водохранилище.

Работа выполнена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» (РГО) в рамках грантового проекта РГО «Экспедиция «Плавучий университет Волжского бассейна» (Договор № 06/2018-Р от 27.06.2018).

Список литературы:

[1] Расписание погоды – Rp5.ru [электронный ресурс] / Режим доступа: https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Нижем_Новгороде, свободный. – Дата обращения: 10.10.2018. – Загл. с экрана.

[2] Hoyer M.V., Jones J.R. Factors affecting relation between phosphorus and chlorophyll *a* in midwestern reservoirs // Can. J. Fish, and Aquat. Sci. – 1983. – V. 40. N. 2. – P. 192-199.

[3] Seip K.L. Phosphorus and nitrogen limitation of algal biomass across trophic gradients // Aquat. sci. – 1994. – V. 56. N. 1. – P. 16-28.

INTER-ANNUAL VARIABILITY IN CHARACTERISTICS OF WATER MASSES IN THE RIVERINE PART OF THE CHEBOKSARY RESERVOIR

M. Tereshina, O. Erina, V. Koli, E. Vilimovich, D. Sokolov

Keywords: *Cheboksary reservoir, Oka, Volga, nutrients, trophic state, weather conditions, eutrophication, chlorophyll, organic matter*

Summer hydroecological regime of a riverine part of the Cheboksary reservoir (from Oka to Sura river confluence) was reviewed based on data acquired in two expeditions of the Floating University of the Volga Basin of 2017 and 2018. A difference in hydrological features of left-bank and right-bank parts of reservoir is documented due to long convergence zone of Oka and Volga.