

ТРЕТЬИ ВИНОГРАДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

ГРАНИ ГИДРОЛОГИИ

Сборник материалов

28-30 марта 2018



Санкт-Петербургский государственный университет

УДК 556.5
ББК 26.222
С 23

- С 23 Сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского гидролога Юрия Борисовича Виноградова «Третьи виноградовские чтения. Грани гидрологии» [Электронный ресурс]; Санкт-Петербург, 28–30 марта 2018 года / под ред. О. М. Макарьевой. – СПб.: Наукоемкие технологии, 2018. – 982 с. URL: <http://publishing.intelgr.com/archive/hydrology-facets.pdf>.

ISBN 978-5-6040965-7-4

28–31 марта 2018 г. в Санкт-Петербургском государственном университете прошла Третья международная научно-практическая конференция для студентов, аспирантов и молодых ученых «Третьи виноградовские чтения. Грани гидрологии», посвященная памяти выдающегося русского гидролога проф. Ю.Б. Виноградова.

Ю.Б. Виноградов являлся ведущим ученым России в области гидрологии. Он автор более 100 научных работ, в том числе нескольких основополагающих монографий по математическому моделированию гидрологических процессов, катастрофическим гидрологическим явлениям (прорывным паводкам и селевым потокам).

Программа конференции 2018 года состояла из шести научных секций:

1. На грани фазовых переходов, или гидрология холодных, высокогорных регионов и криолитозоны, а также снег, ледовые процессы и явления.
2. Новые грани гидрологии, или об использовании геоинформационных технологий, изотопных методов, данных дистанционного зондирования и других новейших методов исследований в решении задач гидрологии.
3. Многогранная гидрология, или результаты региональных исследований.
4. Грани гидроэкологии и водопользования.
5. За гранью катастроф.
6. На грани науки и практики, или прикладные гидрологические задачи и методы их решения.

УДК 556.5
ББК 26.222

© Макарьева О. М., 2018

ISBN 978-5-6040965-7-4

Оценка трофического статуса рек Оки и Волги в зоне их смешения

Вилимович Е.А., Терешина М.А., Ерина О.Н., Колий В.М., Соколов Д.И.

МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва

alenska@mail.ru

Аннотация: В настоящей работе представлена характеристика экологического состояния Оки и Волги и определен их трофический статус по данным, полученным в результате четырех рейсов экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна». Исследования проводились летом и осенью 2017 года и включали в себя изучение распределения гидрологических и гидрохимических характеристик водных масс данных рек, их внутрисезонную изменчивость, а также оценку их трофности по величине хлорофилла «а».

Благодаря этим исследованиям были обнаружены существенные различия в гидроэкологических условиях этих рек. Волжские воды ниже плотины Горьковского водохранилища до устья Оки относятся к мезотрофному типу, характеризуются продольной однородностью содержания биогенных элементов и хлорофилла «а». Вследствие более низкого содержания соединений азота и фосфора, которые задерживаются и потребляются в верхнем бьефе Горьковского водохранилища, волжские воды в нижнем бьефе характеризуются низкой интенсивностью фотосинтеза даже в антициклональных условиях. Воды Оки на устьевом участке отличаются высоким содержанием биогенных веществ, более низкими скоростями течения, и как следствие, высоким содержанием фотосинтетических пигментов. Трофический статус Оки оценивается как эвтрофный, а в периоды установления жаркой и безветренной погоды – как политрофный.

Было выявлено, что в Чебоксарском водохранилище, которое, в отличие от Горьковского водохранилища, формируется не только волжскими, но и окскими водами, на протяжении 30 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 «а».

Ключевые слова: Ока, Волга, хлорофилл, фитопланктон, трофический статус, эвтрофирование

Введение

Волга и самый большой её правый приток – Ока – важнейшие водные артерии Европейской части России, в бассейне этих рек проживает более трети населения страны. В течение долгого времени их вода использовалась для самых различных целей, в том числе водоснабжения, сброса сточных вод, в промышленности и сельском хозяйстве. Зарегулирование русла Волги каскадом водохранилищ привело к трансформации не только водного режима, но и качества воды в ней. Замедление скоростей течения стало причиной в том числе и активизации процессов цветения водорослей в водохранилищах. Среди Волжских водохранилищ наиболее напряженным экологическим состоянием характеризуются Горьковское и Чебоксарское водохранилища. Русло Оки зарегулировано лишь несколькими низконапорными гидроузлами, однако водосбор реки очень плотно заселен. Природные условия водосборов приводят к различиям в химическом составе: так, волжские воды характеризуются повышенной цветностью, обусловленной присутствием большого количества органических веществ.

Природные особенности формирования качества воды, в сочетании с антропогенной нагрузкой и различным водным режимом приводит к существенным различиям и в гидроэкологических условиях рек, и как следствие – в их трофности. При этом при изучении эвтрофирования Волжского бассейна в литературе основное внимание уделяется Волге и ее водохранилищам, тогда как публикации, посвященные продукционным условиям и определяющим факторам непосредственно р. Оки весьма малочисленны.

Материалы и методы

Данные о гидрологических и гидрохимических условиях рек, а также о содержании в них фотосинтетических пигментов были получены во время четырёх рейсов экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна» – с 7 по 9 июля, с 28 по 30 июля, с 18 по 20 августа и с 21 по 24 сентября 2017 года. Во время первого и третьего рейсов была обследована р. Волга на участке от Горьковского гидроузла до створа Чкаловской лестницы ниже впадения р. Оки, а во время второго и четвертого выездов исследовались водные массы в речной части Чебоксарского водохранилища протяженностью более 30 км, от устья Оки до створа Макарьевского монастыря. Для характеристики водных масс Волги и Оки во время этих выездов измерения проводились у разных берегов. Непосредственно в р. Оке пробы отбирались в створах Канавинского и Молитовского мостов в г. Нижний Новгород.

В состав полевых работ входило измерение вертикальных профилей температуры, электропроводности, содержания растворенного кислорода, величины pH, определение прозрачности воды и отбор проб для проведения дальнейших лабораторных исследований. Суммарно для обеих рек за 4 рейса было отобрано и проанализировано 45 проб воды, в которых было определено содержание минерального и валового фосфора, хлорофилла а, минерального кремния, нитратов и основных ионов, что позволило подробно рассмотреть абиотические факторы продукционных условий водных объектов.

Трофический статус рек определялся согласно классификации Китаева по величине хлорофилла «а» (Китаев, 2007).

Результаты

Воды рек Оки и Волги в нижнем бьефе Горьковского водохранилища и устьевого участка р. Оки сильно различаются по содержанию биогенных элементов и концентрации хлорофилла «а». Река Волга характеризуется достаточно однородным распределением гидроэкологических показателей, а окские воды характеризуются более высокими концентрациями биогенных элементов, что приводит к более интенсивному развитию фитопланктона: концентрации хлорофилла в окских водах в несколько раз выше, чем в волжских.

По данным июльских и сентябрьского выездов р. Волга характеризовалась вдвое меньшим содержанием нитратов по сравнению с Окой (рис. 1). В середине августа большая часть нитратов была потреблена фитопланктоном, что сказалось не только на р. Оке, но и на р. Волге. Ввиду сильного «цветения» воды синезелеными водорослями в приплотинном плесе Горьковского водохранилища, в нижний бьеф гидроузла в августе поступала вода с крайне низким содержанием нитратов (ниже пределов обнаружения используемыми методиками). При этом даже в период цветения водорослей в Горьковском водохранилище в р. Волге в нижнем бьефе цветения не наблюдалось, содержание хлорофилла составляло менее 10 мкг/л. По всей видимости, это связано с интенсивным динамическим перемешиванием воды в нижнем бьефе, который мешает развитию водорослей.

Содержание минерального фосфора в р. Волге постепенно увеличивалось от июля к августу (0,048, 0,055 и 0,061 мг/л). В р. Оке при этом наблюдались концентрации

фосфатов в 2 и более раз выше по сравнению с Волжской водой (от 0,080 мг/л в июле до 0,140 мг/л в августе и сентябре), чем в водах Волги. Более высокое содержание биогенных элементов и меньшие скорости течения в р.Оке по сравнению с Волгой в нижнем бьефе Горьковского гидроузла обусловило и более высокие концентрации фотосинтетических пигментов в воде, сохранявшиеся даже при циклоническом типе погоды. Если концентрация хлорофилла в волжских водах не превышала 10 мг/м³, то в Оке к концу августа она достигала 90 мг/м³.

При слиянии Оки и Волги контраст в показателях их водных масс становится особенно заметен. На приведенных графиках (рис. 1) показаны результаты анализов проб воды с трех выездов, отобранных в створе Чкаловской лестницы г. Нижний Новгород: левобережные воды представлены волжским потоком, правобережные – окским. Помимо внутрисезонной изменчивости, обусловленной гидрометеорологическими характеристиками, можно видеть, насколько в течение лета различаются воды Оки и Волги по содержанию биогенных веществ и фотосинтетических пигментов. Так, можно видеть, что содержание хлорофилла в окском потоке в несколько раз выше, чем в волжском. При этом заметно, что в периоды увеличения содержания хлорофилла а в результате развития водорослей растет и содержание органического фосфора.

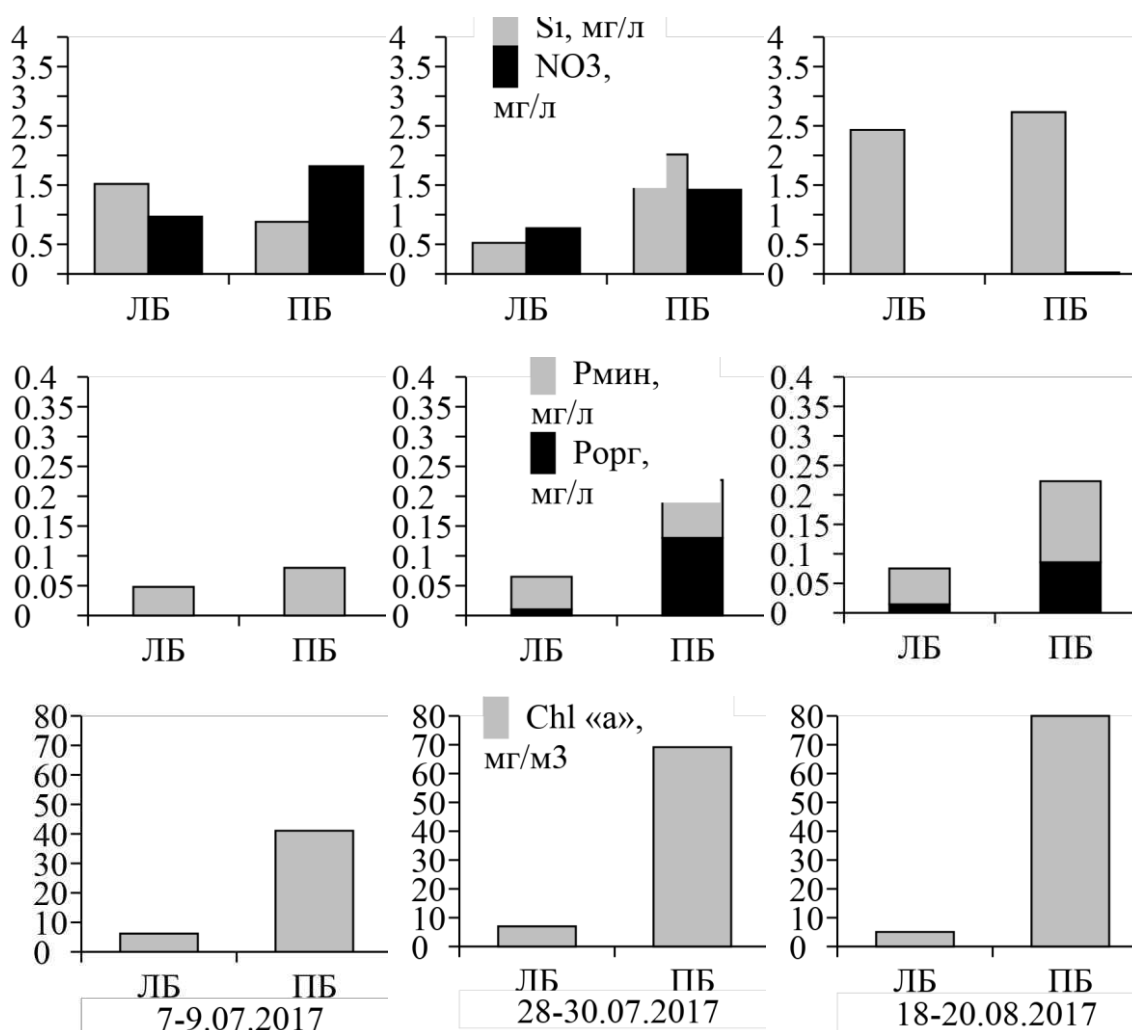


Рис. 1. Содержание кремния (Si, мг/л) и нитратов (NO₃, мг/л); органического и минерального фосфора (в мг/л); хлорофилла «а» (Chl «a», мг/м³) в Чебоксарском водохранилище в створе Чкаловской лестницы г. Нижний Новгород в июле и августе 2017 года

Табл. 1. Трофический статус рек Волги и Оки по результатам экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна» 2017 г

Рейс	Волга (выше устья р.Ока)	Волга (ниже устья р.Ока), левый берег	Волга (ниже устья р.Ока), правый берег	р.Ока
07-09.07.2017	α-мезотрофный	β-мезотрофный	β-эвтрофный	β-эвтрофный
28-30.07.2017	-	β-мезотрофный	Политрофный	Политрофный
18-20.08.2017	α-мезотрофный	β-мезотрофный	Политрофный	Политрофный
21-24.09.2017	-	α-мезотрофный	β-эвтрофный	Политрофный

Оценка трофического статуса рек согласно классификации С.П. Китаева (Китаев, 2007) показала что вода в р. Волге по результатам всех четырех выездов относится к β-мезотрофному типу (содержание хлорофилла «а» составляет 6–12 мг/м³), в то время как Оку по данным первого выезда можно отнести к β-эвтрофному типу (24–48 мг/м³), а по результатам третьего – уже к политрофному (>48 мг/м³) (табл.1).

Выводы

В результате подробных исследований получено, что водные массы рек Волги и Оки на рассматриваемом участке существенно различаются по содержанию биогенных элементов, и, как следствие – по уровню фотосинтетической активности. Более высокое содержание соединений минерального фосфора и нитратов в сочетании с меньшими скоростями течения в устьевом участке р. Оки приводит к заметному развитию водорослей даже в периоды с неблагоприятными погодными условиями. По классификации С.П. Китаева Волга относится к β-мезотрофному типу, Ока – к β-эвтрофному типу и даже к политрофному. В речной части Чебоксарского водохранилища Волжская и Окская водные массы не смешиваются полностью и продолжают различаться по содержанию как биогенных элементов, так и фотосинтетических пигментов.

Полученные результаты позволяют рассматривать Оку как один из важнейших источников биогенного загрязнения Чебоксарского водохранилища, и как следствие, его эвтрофирования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» (РГО) в рамках грантового проекта «Экспедиция «Плавучий университет Волжского бассейна».

Список литературы

Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск. 2007. 395 с.

Trophic state of Oka and Volga rivers at the confluence

Vilimovich E.A., Tereshina M.A., Erina O., Kolii V.M., Sokolov D.I.

*Moscow State University, Moscow
alenka@mail.ru*

Abstract: Presented in this article is the description of the ecological state of the rivers Oka and Volga and their trophic states based on data obtained in four voyages of the “Floating University of the Volga Basin” expedition. The study was conducted during summer and fall of 2017 and included examination of the distribution and intraseasonal variability of hydrological and hydrochemical characteristics in those rivers, and analysis of their trophic state based on chlorophyll-a concentration.

During these investigations a significant difference between hydrochemical composition of the two rivers was found. Volga waters downstream from Gorky dam to the confluence with the Oka river are mesotrophic and homogenous in nutrients and chlorophyll-a content through the river's length. Due to lowered content of nitrogen and phosphorus compounds after their consumption and retention in the Gorky reservoir, Volga waters downstream from the dam have low photosynthetic activity levels even in anticyclone conditions. Oka river before the confluence has high nutrient levels and lower stream velocity, which leads to high content of photosynthetic pigments. Trophic state of Oka waters is eutrophic, reaching hypertrophic in hot and still weather.

It was found that in the Cheboksary reservoir, which unlike the Gorky reservoir has not just Volga but also Oka waters flowing in, has two distinctive water masses observable for 30 kilometers – Oka waters in the right-bank side and Volga waters in the left-bank side. These waters are significantly different in electrical conductivity, dissolved oxygen content and nutrients and chlorophyll-a concentration.

Keywords: Oka, Volga, chlorophyll, phytoplankton, trophic state, eutrophication