



УДК 556.04

Чебан Егор Юрьевич, доцент, к.т.н., доцент кафедры гидродинамики, теории корабля и экологической безопасности судов ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Смирнова Мария Валерьевна, к.т.н., доцент кафедры гидродинамики, теории корабля и экологической безопасности судов ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Чемашкина Анастасия Юрьевна, студент 3-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Семенова Алина Олеговна, студент 2-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Руднева Екатерина Александровна, студент 2-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

Работа выполнена при грантовой поддержке РГО (проект № 02/2019-Р)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛОТИНЫ НА ПЕРЕНОС ПРИМЕСЕЙ В РУСЛЕ Р. ВОЛГА В РАЙОНЕ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ключевые слова: плотина ГЭС, водохранилище, затопленное русло, полевые исследования, многопараметрическое зондирование, водные массы

Аннотация. Представлены результаты исследований распределения гидрохимических и гидрофизических показателей в нескольких сечениях Горьковского водохранилища до плотины и на участке р. Волга ниже ГЭС. Измерения температуры, плотности, электропроводности и растворенного кислорода проводились с помощью многопараметрического зонда AquaTroll. Была получена информация о распределении характеристик водных масс в затопленном русле р. Волга и остальной части водохранилища, а также о влиянии ГЭС на изменение свойств и состава водных масс.

Описан подход к решению важной экологической задачи прогнозирования переноса загрязнений в водохранилищах до и после плотины [1 - 6], которая осложняется сложной структурой течений водохранилищ, формируемых не только рельефом дна и поступлением воды с водосборов, но и режимом расхода воды через ГЭС. Горьковское водохранилище в связи с его большой протяженностью и неоднородностью очертания в

плане, также характеризуется разным ходом уровня в его отдельных частях. Если на верхнем русловом участке до г. Костромы определяющее влияние на уровенный режим оказывает Рыбинский гидроузел, то на нижнем участке – общее поступление воды с водосбора и сбросы ее через Горьковский гидроузел [7].

Выполненные ранее детальные исследования рельефа дна и структуры течений в озерной части Горьковского водохранилища [8], должны быть учтены при интерпретации результатов гидрохимической съемки в этой акватории и моделировании процессов переноса примесей.

Исследования выполнялись в августе 2019 года с борта теплохода «Петр Андрианов» и маломерных судов. В первую очередь был изучен комплекс гидрохимических и гидрофизических показателей воды, позволяющих составить наиболее общее представление о перемещении водных масс определенного состава. Для сбора комплексной информации о состоянии водных масс был использован многопараметрический зонд AquaTroll 500, позволяющий одновременно выполнять измерения проводимости, плотности, температуры, глубины и растворенного кислорода с привязкой к GPS – координатам. На первом этапе работы для отработки методики измерений были исследованы сечения в речной части водохранилища (г. Кинешма, рис. 1), в приплотинной части (рис. 2) и ниже плотины Горьковской ГЭС (рис. 3). Предварительные результаты измерения позволили составить общее представление о распределении характеристик водных масс в выбранных сечениях.

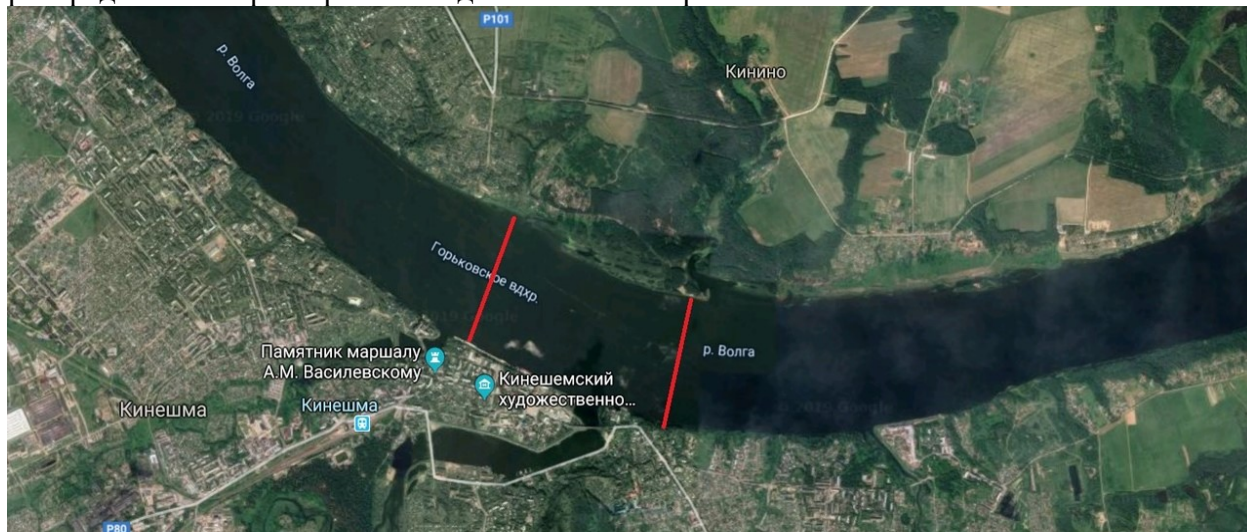


Рис. 1. Сечение для зондирования и отбора проб в речной части Горьковского водохранилища (г. Кинешма)

В обоих сечениях Кинешмы состав водных масс был практически одинаков: распределение кислорода (от 9 мг/л у поверхности до 8 мг/л у дна при максимальных глубинах 12-14 м), наибольшая электропроводность из всех рассмотренных сечений (243 – 250 мкСм/см) (рис. 4 а и б), и наибольшие температуры воды (от 16,85°С на глубинах 12 – 14 м до 18,25 °С в поверхностном слое). При этом плотность водных масс на этом участке была значительно меньше, чем в остальных сечениях.

В приплотинном сечении, напротив, наблюдалась существенная неоднородность воды. Кислородный режим был благоприятным (от 10 мг/л у поверхности до 6,4 мг/л у дна), причем в районе бывшего русла Волги, несмотря на наибольшую в данном сечении глубину (14 м), проникновение кислорода происходило эффективнее, чем в районе затопленной поймы: его концентрации здесь колебались от 8,2 до 9,2 мг/л. Электропроводность воды в затопленном русле практически не изменилась по сравнению с сечениями в Кинешме, но в то же время, у левого берега водохранилища она значительно снизилась (до 205 мкСм/см у поверхности и 230 мкСм/см у дна на глубине 8 м). Предположительно, это связано с попаданием в аванпорт и выходом из него в приплотинный плес вод речки Белая, имеющей, как и почти все реки севера

Нижегородской области, низкую минерализацию и электропроводность [7]. По распределению температуры воды русловая часть также оказалась более теплой, чем соседние участки затопленной поймы, на глубинах 12 м температура в этой части совпадала с температурой у поверхности. Распределение плотности также позволяет предположить перенос водных масс с поверхности ко дну в районе затопленного русла.

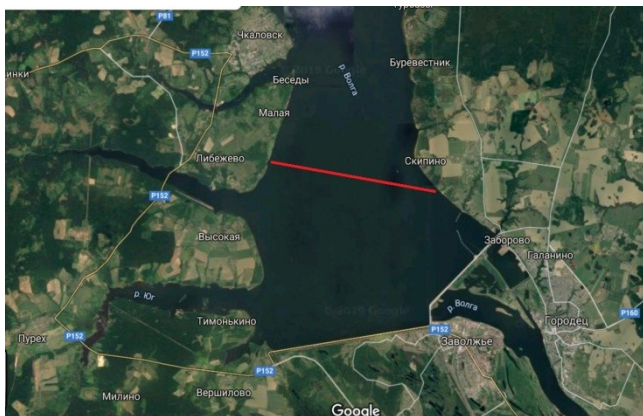


Рис. 2. Сечение для зондирования и отбора проб выше плотины Горьковской ГЭС

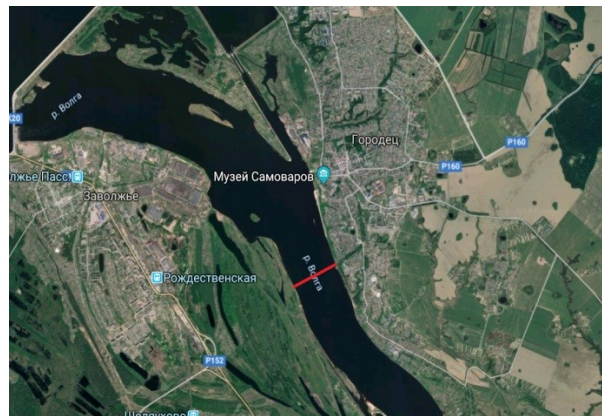


Рис. 3. Сечение для зондирования и отбора проб ниже плотины Горьковской ГЭС

После плотины неравномерность электропроводности, наблюдаемая в приплотинном плесе, после ГЭС выровнялась и составила 244 мкСм/см, за исключением левого берега, возле которого наблюдались значения порядка 210 мкСм/см. Предположительно, понижение электропроводности здесь также связано с поступлением из шлюзов вод Белой речки. После ГЭС температура и плотность воды также стали практически однородными, что может свидетельствовать о перемешивании потока, проходящего через ГЭС.

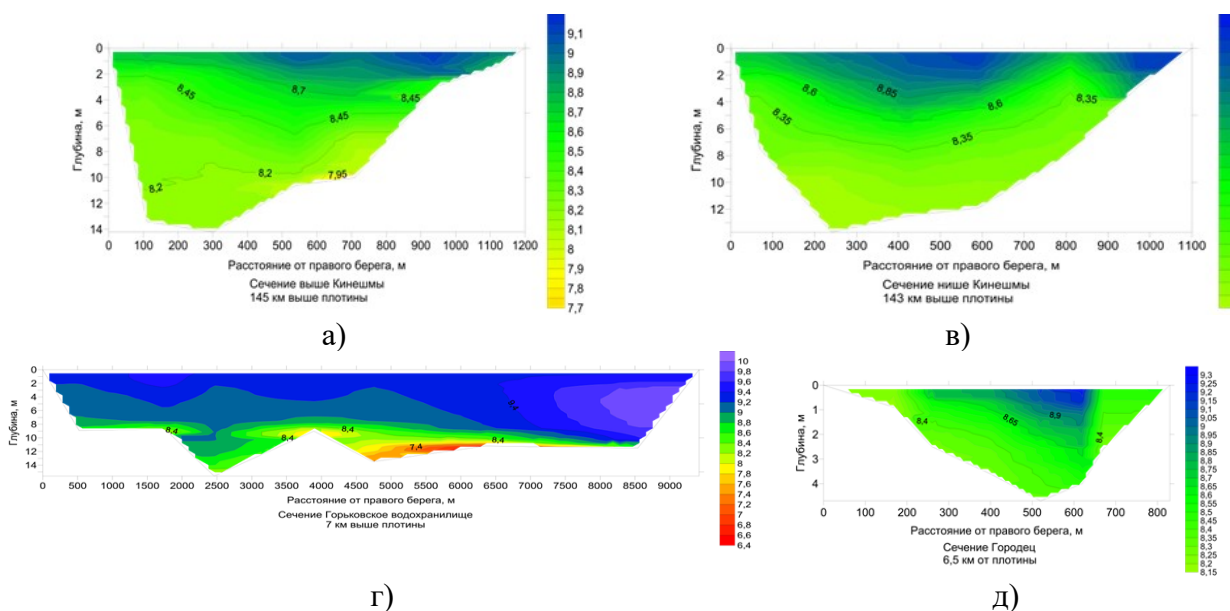


Рис. 4. Распределение концентрации кислорода: а) выше Кинешмы; б) ниже Кинешмы; г) Горьковское водохранилище (приплотинная часть); д) ниже плотины ГЭС.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что, во-первых, наличие на пути водотока ГЭС приводит к полному перемешиванию водных масс и растворенных в них примесей; во-вторых, достаточные для разбавления количества водных масс могут проходить через шлюзы, неся с собой примеси и возможные загрязнения; и в-третьих, в затопленном русле реки могут формироваться благоприятные для перемешивания условия, позволяющие проникать водным массам с поверхности практически к самому

дну затопленного русла. В то же время для получения полной картины перемещения примесей, результаты должны быть дополнены измерениями скоростей потоков и других гидрохимических показателей (хлорофилл а видам водорослей, растворенная окрашенная органика и т.д.).

Список литературы:

- [1] Буторин Н.В. Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах Волжского каскада. Л.: Наука, 1969. 322 с.
- [2] Эдельштейн К.К. Водные массы долинных водохранилищ. М.: Изд-во МГУ, 1991. 176 с.
- [3] Рахуба А.В. Оценка качества вод Саратовского водохранилища в районе питьевого водозабора г. Самара // Водное хозяйство России, 2005. Т. 7, № 6. С. 601-611.
- [4] Рахуба А.В. Изменчивость качества вод водохранилища в условиях регулирования гидродинамического режима // Вектор науки ТГУ. № 2 (24), 2013. – с. 59-61.
- [5] Смирнова (Иголина) М.В., Чебан Е.Ю., Володченко Е.В., Бердникова Е.Ю., Солина Е.С. Гидроэкологические исследования участков Горьковского и Чебоксарского водохранилищ с притоками в летний период 2017 года. // Вестник ВГАВТ. Вып. 4(53). 2017. – с. 98–108.
- [6] Смирнова М.В., Чебан Е.Ю., Глухова В.С., Носова А.Д., Сустретова Н.В. Пространственная изменчивость гидрохимических показателей на отдельных участках Горьковского и Чебоксарского водохранилищ // Вестник ВГАВТ, выпуск 57, 2018 г. - с. 51-59.
- [7] Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Водохранилища верхней Волги // Под ред. З.А. Викулиной и В.А. Знаменского. – Л.: Гидрометеиздат. – 1975. – 291 с.
- [8] Капустин И.А., Мольков А.А. Структура течений и глубины в озерной части Горьковского водохранилища // Метеорология и гидрология. 2019, № 7. – с. 110-117.

STUDY OF THE DAM IMPACT ON THE IMPURITIES TRANSFER IN THE VOLGA RIVERBED IN THE GORKY RESERVOIR

Cheban, E. Yu., Smirnova M. V., Chemashkina A. Yu., Semenova A.O., Rudneva E.A.
igoinam@yandex.ru

Key words: hydroelectric dam, reservoir, submerged riverbed, field studies, impurities transfer, multi-parameter sonde, water masses

The results of the study of the dam influence on the impurities transfer for several sections of the Volga River and the Gorky reservoir are given. Measurements of temperature, density, electrical conductivity and dissolved oxygen were carried out using an Aqua Troll multi-parameter sonde for the upper and lower sections of the dam. Information on the distribution of water characteristics in the Volga riverbed and the Gorky reservoir, as well as on the impact of hydroelectric power plants on changing the properties and composition of water masses was obtained.