



УДК 556.04

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

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

Косточкина Юлия Алексеевна, студент 3-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Белова Юлия Викторовна, студент 3-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Лезина Юлия Алексеевна, студент 3-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), а также РФФИ (проект № 18-45-520004 р а)

ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗОН СМЕШЕНИЯ КРУПНЫХ ПРИТОКОВ Р. ВОЛГА В АКВАТОРИИ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ключевые слова: зона смешения, притоки Волги, Чебоксарское водохранилище, полевые исследования многопараметрическое зондирование

Аннотация

В работе представлены результаты многопараметрических измерений в зонах смешения крупных притоков Волги – Суры и Ветлуги, выполненных в июле 2019 года. Отработана методика поиска и «захвата» зоны смешения притоков, находящихся в подпоре ГЭС. Результаты исследований показывают, что притоки, находящиеся в зоне подпора водохранилища, претерпевают разбавление еще в самом затопленном устье, и к моменту впадения в крупный речной поток уже частично с ним перемешаны. В результате этого подобные притоки имеют короткую зону смешения, хотя отдельные значительные массы неразбавленной воды притока могут достигать противоположного берега более крупной реки, что необходимо учитывать в случае прогнозирования распространения загрязнений в зонах смешения этих притоков.

Выполненные исследования являются частью решения важной гидроэкологической задачи о зонах смешения крупных рек, например, Оки и Волги [1]. В данной работе рассмотрены зоны смешения притоков меньшей по сравнению с Волгой водности – Суры и Ветлуги, которые в своей устьевой части находятся в подпоре Чебоксарской ГЭС [2]. В выполненных ранее исследованиях было показано, что на всей протяженности речного участка Чебоксарского водохранилища имеет место существенная неоднородность водных масс по таким показателям как общая минерализация, водородный показатель (рН), растворенный кислород, содержание легкоокисляемой органики по величине БПК₅, температура и акустическое рассеяние [1, 3-4].

Изучение особенностей слияния крупных, но существенно меньших по водности притоков, с р. Волга в условиях подпора ГЭС позволит в будущем решить важные гидроэкологические задачи: прогнозирование распространения загрязнений, попадающих в реку из притоков; оценку скорости диффузии примесей и их ассимиляции Волжским потоком; получение натуральных данных для верификации численных моделей смешения речных потоков.

Исследования выполнялись в июле 2019 года с борта научно-исследовательского судна (НИС) «Петр Андрианов», а также с моторной лодки «Волжанка», на которых было размещено оборудование для отбора и анализа проб, а также многопараметрический зонд Aqua TROLL 500, позволяющий одновременно измерять глубину, электропроводность, температуру, плотность, концентрацию растворенного кислорода в воде до глубины 20 м с привязкой к GPS-координатам. Отобранные с моторной лодки пробы доставлялись на НИС «Петр Андрианов» для исследования их в судовой лаборатории на показатели: цветность, рН, биохимическое потребление кислорода (БПК₅), мутность воды. Сечения, где производилось зондирование и отбор проб воды, показаны на рис. 1 и 2.



Рис. 1. Сечения, в которых выполнялось зондирование и отбор проб, в районе устья р.Сура.

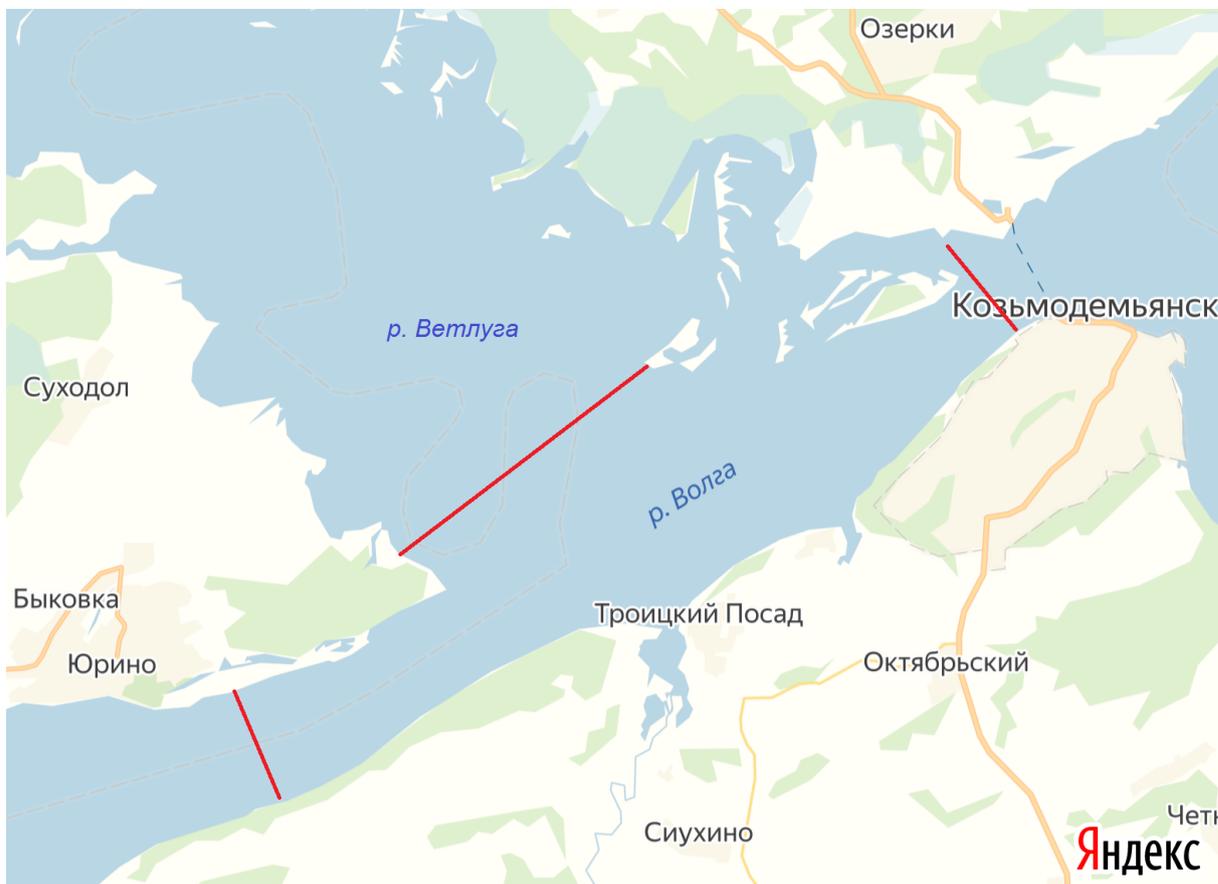


Рис. 2. Сечения, в которых выполнялось зондирование и отбор проб, в районе устья р. Ветлуга.

Была разработана методика исследования зон смешения крупных притоков Волги, включающая в себя многопараметрическое зондирование толщи воды в сечениях до и после притока, а также в самом притоке. Расположение сечений для зондирования выбиралось с целью оценки состояния водных масс выше зоны смешения и последующего сравнения их с характеристиками водных масс притоков, а также определения расположения и протяженности зоны смешения.

По результатам зондирования были получены первые выводы об особенностях смешения с Волгой рек Суры и Ветлуги, устья которых находятся в подпоре Чебоксарской ГЭС. Измерения показали, что воды р. Сура, более плотные и соленые, в районе устья стелются по дну, а верхние слои занимает более пресный волжский поток. Однако, уже в 3 км ниже устья сурский поток смешивается с волжским, увеличивая среднюю электропроводность последнего с 300 до 340 мкСм/см. Кроме того, в районе затопленного устья Суры наблюдается сильная стратификация растворенного кислорода: от 2 мг/л на глубинах более 10 м до 11 мг/л в верхних слоях при том, что во всех других сечениях диапазон концентраций кислорода не выходил за пределы ниже 5 мг/л и выше 10 мг/л. Предположительно, в районе затопленного устья р. Сура формируется крупная застойная зона, которая «запирает» воды Суры у дна на длительное время без доступа кислорода из верхних слоев воды.

Воды р. Ветлуга, более легкие и пресные, чем Волги, впадая в волжский поток, стелются по поверхности, пересекая Волгу и достигая ее противоположного берега уже на 7 км ниже устья, в районе г. Козьмодемьянск. По сравнению с зоной смешения Оки с Волгой, которая тянется на десятки километров [5], зоны смешения Суры и Ветлуги с Волгой составляют всего порядка нескольких километров.

Таким образом, результаты исследования зон смешения рек Сура и Ветлуга с Волгой, позволили выявить важную особенность: притоки, находящиеся в зоне подпора

водохранилища, претерпевают разбавление еще в самом затопленном устье, и к моменту впадения в крупный речной поток уже частично с ним перемешаны. В результате этого подобные притоки имеют более короткую зону смешения, хотя отдельные значительные массы неразбавленной воды притока могут достигать противоположного берега более крупной реки, что необходимо учитывать в случае прогнозирования распространения загрязнений в зонах смешения этих притоков.

Авторы благодарят Ермакова С.А., д.ф.-м.н., зав. кафедрой ВГУВТ и зав. отделом ИПФ РАН; Молькова А.А., н.с. ИПФ РАН; Капустина И.А., с.н.с. ИПФ РАН, а также Лещева Г.В., техника ИПФ РАН за помощь в организации полевых выездов и предоставление моторной лодки.

Список литературы:

- [1] Ermakov S.A., Molkov A.A., Kapustin I.A., Lazareva T.N., Danilicheva O.A., Shomina O.V., Smirnova M.V., Lavrova O.Y. Satellite and in-situ observations of a river confluence zone // Proc. SPIE 11150, Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions 2019, 111501S (14 October 2019); doi: 10.1117/12.2533470
- [2] Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища // М.: Мысль. – 1987. – 331 с.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] Смирнова М.В., Капустин И.А., Глухова В.С., Носова А.Д., Ермаков С.А., Мольков А.А., Чебан Е.Ю. Распределение примесей в зоне смешения рек Волги и Оки // Проблемы экологии Волжского бассейна. Труды 3-й всероссийской научной конференции. ФГБОУ ВО «ВГУВТ». - 2018. - с. 16. Режим доступа: http://вф-река-море.рф/ECO/2018/PDF_ECO/eco13.pdf

FIELD STUDIES OF MIXING ZONES OF LARGE TRIBUTARIES OF THE VOLGA RIVER IN THE AREA OF THE CHEBOKSARY RESERVOIR

Smirnova M. V., Cheban, E. Yu., Kostochkina Yu. A., Belova Yu. V., Lesina Yu. A.
igoninam@yandex.ru

Key words: mixing zone, tributaries of the Volga river, Cheboksary reservoir, field studies, multi-parameter sensing

In this paper present the results of multiparametric research for the mixing zones of large of the Volga River's tributaries Sura and Vetluga, conducted in July 2019. The method of search and "capture" of the mixing zone of the tributaries, which are under support of hydropower plant (HPP), was developed. The tributaries which located in the zone of the reservoir support undergo dilution in the flooded mouth, and by the time of confluence with a large river the tributary is already partially mixed with it. As a result, such tributaries have a short mixing zone, although some significant masses of undiluted water can even reach the opposite bank of a large river. This fact should be taken into account when predicting the spread of pollution in the mixing zones of these tributaries.