



УДК 556.044

А.А. Мольков, к.ф.-м.н., научный сотрудник отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, старший научный сотрудник кафедры ГТК и ЭБС ФГБОУ ВО «ВГУВТ», a.molkov@inbox.ru

Г.В. Лещев, техник отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН

И.А. Капустин, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, старший научный сотрудник кафедры ГТК и ЭБС ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

С.А. Ермаков, д.ф.-м.н., заведующий отделом радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН., заведующий кафедрой ГТК и ЭБС ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, г. Нижний Новгород. БОКС - 120, ул. Ульянова, 46.

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 поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-45-520004), а также Русского географического общества в рамках гранта “Экспедиция Плавающий университет Волжского бассейна” (договор № 06/2018-Р)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРООПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОД В ЗОНАХ СМЕШЕНИЯ КРУПНЫХ ПРИТОКОВ ВОЛГИ В ГОРЬКОВСКОМ И ЧЕБОКСАРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩАХ

Ключевые слова: хлорофилл *a*, вертикальный профиль, зона смешения, Горьковское водохранилище, Чебоксарское водохранилище

*Исследована изменчивость пространственных распределений и вертикальных профилей основных маркеров биопродуктивности воды, а именно хлорофилла *a* и растворенного органического вещества, в зонах смешения на примере слияния вод реки Волга и впадающих в нее рек Чебоксарского водохранилища - Керженец, Сундовик и Сура, и Горьковского водохранилища – Унжа, Немда, Санахта, Троца и Юг. На основе данных судовых измерений 2018 года в условиях штиля обнаружены зоны смешения вблизи устьев рек Керженец, Сура и Унжа, и установлено их исчезновение при наличии развитого ветрового волнения. Зоны смешения других рек не обнаружены.*

Исследование гидрооптических характеристик вод в зонах их смешения выполнено летом 2018 года на примере слияния вод реки Волга и впадающих в нее рек

Чебоксарского водохранилища - Керженец, Сундовик и Сура, и Горьковского водохранилища – Унжа, Немда, Санахта, Троца и Юг. Работы проводились с борта моторной лодки на станциях, эквидистантно расположенных вдоль разрезов, пересекающих устья впадающих рек и районы Волги, расположенные ниже по течению на несколько километров. Измерения заключались в вертикальном зондировании характеристик воды с помощью погружного флуорометра BBE Moldaenke FluoroProbe II, дополнительно оснащенного датчиком растворенного органического вещества. На основе этих данных было построено 60 вертикальных профилей температуры воды, концентрации растворенного органического вещества и хлорофилла а в четырех доминантных отделах водорослей – зеленых, сине-зеленых, диатомовых и криптофитовых. При этом температура воды служила дополнительным маркером распознавания границы слияния двух потоков.

На основе анализе полученных профилей установлено, что вода в русле Волги на участке от г.Юрьевец до г.Васильсурск в период с июля по август характеризуется слабой изменчивостью своих гидрооптических свойств: средняя концентрация хлорофилла а, содержащегося в каждом из перечисленных отделов водорослей, составляет 2-7 мкг/л, растворенного органического вещества – 3-3.5 мг/л, а их вертикальные распределения квазиоднородны. В Горьковском водохранилище в условиях штиля обнаружена граница смешения вод Волги и Унжи, проходящая в 3 км от правого берега Волги в районе г.Юрьевец. По мере приближения к устью Унжи концентрация криптофитовых водорослей стремится к нулю, зеленых и диатомовых уменьшается незначительно, а сине-зеленых водорослей возрастает на порядок, достигая средних значений порядка 80 мкг/л и максимальных порядка 500 мкг/л. Сохраняется однородное по глубине распределение диатомовых и зеленых водорослей, а профиль распределения сине-зеленых оказывается логарифмическим в штилевую погоду и однородным при наличие развитого ветрового волнения. В последнем случае в исследуемом районе граница смешения исчезает. Для других рек Горьковского водохранилища, а именно Немда, Санахта, Троца и Юг, граница не идентифицируется даже в штилевую погоду вероятно ввиду малости их стока по сравнению с подпором волжской водой. Аналогичная ситуация зарегистрирована и в Чебоксарском водохранилище в устье реки Сундовик, в то время как две другие реки – Керженец и Сура имеют отчетливо различимые границы смешения с волжскими водами. В частности, установлено, что воды реки Керженец содержат значительно меньшее количество растворенной органики порядка 1 мг/л, и как результат низкую численность сине-зеленых водорослей, что резко очерчивает границу вод Керженца от волжских вод, проходящую в 200 м от левого берега Керженца на траверзе города Лысково. Шестью километрами ниже по течению в районе устья реки Сундовик вблизи села Исады граница смешения вод Керженца и Волги не прослеживается. Менее резкая граница установлена в устье реки Сура на расстоянии 500м от ее правого берега. Критерием ее обнаружения оказалось плавное изменение концентрации растворенной органики от 1 мг/л у левого пойменного берега до 3 мг/л у правого глубоководного берега. Одновременно с этим, как и в водах Керженца, в водах Суры не обнаружено интенсивных областей цветения, более того концентрация хлорофилла а в сине-зеленых водорослях оказалась значительно ниже, чем в волжской воде (менее 1 мкг/л). Таким образом, можно предположить, что под правым берегом Суры имеет место подпор волжской воды, что подтверждается совпадением вертикальных профилей хлорофилла а и органики, а также температуры воды.

Полученные результаты дают первое представление о наличии зон смешения вод Волги и некоторых ее притоков в Горьковском и Чебоксарском водохранилищах, об их пространственных масштабах, а также о распределении гидрооптических характеристик вод в районе смешения, в том числе и по глубине.

RESEARCH OF HYDRO-OPTICAL CHARACTERISTICS OF WATERS IN THE MIXING ZONES OF LARGE INFLOWS OF THE VOLGA RIVER IN THE GORKY AND CHEBOKSARY RESERVOIRS

Molkov A.A., Leshev G.V., Kapustin I.A., Ermakov S.A.

Key words: chlorophyll a, vertical profile, mixing zone, The Gorky reservoir, the Cheboksary reservoir

The variability of spatial distributions and vertical profiles of the main markers of water bioproductivity, namely chlorophyll a and dissolved organic matter, was studied in mixing zones through confluence of the waters of the Volga River and inflowing rivers of the Cheboksary Reservoir (Kerzhenets, Sundovik and Sura), and the Gorky Reservoir (Unzha, Nemda, Sanakhta, Trotsa and Ug). Based on the data of ship measurements in 2018 mixing zones were found near the estuaries of the rivers Kerzhenets, Sura and Unzha in conditions of calm weather, and their disappearance was found with the presence of developed wind waves. The mixing zones of other rivers were not found.