



УДК 556

ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ ГЭС НА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В АКВАТОРИИ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 2018 ГОДУ

Доброхотова Дарья Васильевна, стажер-исследователь отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, младший научный сотрудник ННГУ им. Н.И. Лобачевского

Капустин Иван Александрович, к.ф.-м.н., заведующий лабораторией информационно-измерительных систем отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, заведующий лабораторией интегрированных систем диагностики атмосферы и гидросферы ННГУ им. Н.И. Лобачевского

Мольков Александр Андреевич, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, заведующий лабораторией гидрологии и экологии водохранилищ ННГУ им. Н.И. Лобачевского

Даниличева Ольга Аркадьевна, младший научный сотрудник отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, Младший научный сотрудник ННГУ им. Н.И. Лобачевского

Ермаков Станислав Александрович, д.ф.-м.н., заведующий отделом радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, профессор, заведующий кафедрой кафедры гидродинамики, теории корабля и экологической безопасности судов ВГУВТ 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5,

Лещев Георгий Владимирович, инженер отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, техник лаборатории интегрированных систем диагностики атмосферы и гидросферы ННГУ им. Н.И. Лобачевского
Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики РАН 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23
Волжский государственный университет водного транспорта 603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

Работа выполнена в рамках реализации Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» ННГУ (№ темы Н-468-99_2021-2023), обработка архивных данных по течениям выполнена в рамках госзадания ИПФ РАН (№ 0030-2021-0006).

Аннотация. В данной работе представлен анализ серии натурных подспутниковых экспериментов, проведенных в первой половине августа 2018г. Рассмотрен процесс перераспределения фитопланктона по акватории Горьковского водохранилища. При слабом ветре большой вклад в распределения водорослей вносят неравномерные речные выносы, сток которых регулируется режимом ГЭС, а также связанные с изменением

расхода через ГЭС неоднородные течения, такие как русловой поток, обратные течения и круговороты.

Ключевые слова: подспутниковые эксперименты, фитопланктон, неоднородные течения, речные выносы, расход жидкости через ГЭС, Горьковское водохранилище.

В период с июля по сентябрь в водохранилищах Волжского каскада наблюдается активное «цветение» вод [1], связанное с развитием цианобактерий или сине-зеленых водорослей. Для мониторинга и исследования «цветения» водоемов, в настоящее время применяются различные спутниковые методы [2]. Так, согласно представленным в базах данных оптическим изображениям, можно видеть, что распределение фитопланктона по акватории неоднородно. Это связано с действием различных геофизических факторов, включающих в себя собственное развитие фитопланктона, изменчивость поля ветра, неоднородные течения, режим работы ГЭС.

Данная работа посвящена исследованию влияния режима работы ГЭС на распределение фитопланктона по акватории водохранилища.

Комплексные натурные подспутниковые эксперименты были проведены 2, 3 и 10 августа в южной части акватории Горьковского водохранилища. С борта плавучей лаборатории ИПФ РАН «Геофизик» [3] проводились измерения скорости ветра (WindSonic) и течений (ADCP), с помощью зонда Moldaenke FluoroProbe III оценивалась концентрация и групповой состав фитопланктона. В период с 1 по 10 августа преобладал слабый западный ветер. С 1 по 5 августа ежедневный пиковый расход воды через ГЭС представлял собой последовательность максимальных за рассматриваемый период (около 2360 м³/с) и средних (около 1850 м³/с) значений, с 6 по 9 августа пиковый сброс достигал максимальных значений. Расход в ночной период составлял 920 м³/с.

Согласно оптическим изображениям со спутников Sentinel-2, Sentinel-3, Landsat 8, за рассматриваемый период произошел резкий переход от незначительного «цветения» вблизи притоков Волги (рис.1а) до распределения фитопланктона по всей акватории водохранилища (рис. 1б).



Рис.1 Оптические спутниковые изображения южной части Горьковского водохранилища 2 августа Sentinel-2 (а), 10 августа Landsat 8 (б) 2018 г.

Предварительный анализ данных показал, что «катализатором» интенсивного «цветения» вод водохранилища являются речные выносы, сток которых зависит от режима работы ГЭС. Фитопланктон, более активно развивающийся в реках, инжектируется в водохранилище в период ежедневного увеличения сброса через ГЭС и распределялся вдоль старого русла Волги. На дальнейшее распространение водорослей по акватории водохранилища и локальное перераспределение водорослей оказывает влияние совокупность таких факторов как изменчивость поля ветра, неравномерные речные выносы с зарегулированным стоком и неоднородные течения, такие как русловой поток, круговороты. Характер таких течений существенно зависит от режима работы ГЭС. Так при ночном уменьшении расхода на фоне сравнительно небольших скоростей в пойме образуются возвратные течения, формирующие водовороты. При дневном увеличении

расхода происходит уменьшение подпора рек и увеличения скорости руслового потока. В результате около устьев рек фитопланктон выстраивается в виде дугообразных полос, очерчивая речные выносы. Наиболее массивные скопления фитопланктона, как показали измерения течений, являются результатом столкновения руслового и возвратного потоков с последующим возникновением конвергентных зон.

Список литературы:

1. Корнева Л. Г. Фитопланктон водохранилищ бассейна Волги. – Под. ред. А.И. Копылова. Кострома: Костромской печатный дом, 2015. – 284 с.
2. Спутниковые методы выявления и мониторинга зон экологического риска морских акваторий / Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Костяной А.Г. – М.: ИКИ РАН, 2016. – 334 с.
3. Мольков А.А. Гидрофизическая лаборатория ИПФ РАН «Геофизик» как эффективный инструмент лимнологического мониторинга / Мольков А.А., Капустин И.А., Ермаков С.А., Сергиевская И.А., Шомина О.В., Лазарева Т.Н., Даниличева О.А., Лещев Г.В. // Науч. проблемы оздоровления рос. рек и пути их решения: сб. ст. – 2019. – С. 214–218.

IMPACT OF THE HYDROELECTRIC POWER STATION OPERATION REGIME ON REDISTRIBUTION OF PHYTOPLANKTON IN THE GORKI RESERVOIR IN 2018

Darya.V. Dobrokhotova, Ivan.A. Kapustin, Alexander.A. Molkov, Olga A Danilicheva, Stanislav A. Ermakov, Georgy V. Leshchev

Abstract. This paper presents an analysis of a series of full-scale subsatellite experiments conducted in the first half of August 2018. The process of phytoplankton redistribution over the water area of the Gorki Reservoir is considered. Under weak wind, a large contribution to the distribution of algae is made by non-uniform river outflows, the flow of which is regulated by the hydropower station regime, as well as non-uniform currents, such as channel flow, reverse currents, and cyclones, associated with changes in the flow through the hydropower station

Keywords: sub-satellite experiments, phytoplankton, inhomogeneous currents, river discharge, fluid flow through the hydropower station, Gorki Reservoir