

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИПФ РАН,  
академик РАН Г.Г. Денисов



« 10 » июля 2024 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» (ИПФ РАН)

по диссертации Доброхотовой Дарьи Васильевны «Экспериментальное исследование динамических процессов во внутренних водоемах с зарегулированным стоком и определение возможностей их дистанционного зондирования» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности: 1.6.17. Океанология.

Работа выполнена в отделе радиофизических методов в гидрофизике (отд. 220) Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук».

Научный руководитель – Капустин Иван Александрович, заведующий лабораторией информационно-измерительных систем ИПФ РАН, кандидат физико-математических наук.

В 2021 г. соискатель учёной степени окончил магистратуру в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского" по направлению подготовки 03.04.03. Радиофизика.

Сроки обучения в аспирантуре Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук»: с 1 сентября 2021 года по 31 августа 2024 года.

Свидетельство об окончании аспирантуры № 105200 00000024 от 10 июля 2024 года.

В период подготовки диссертации соискатель Доброхотова Дарья Васильевна работала стажером-исследователем в отделе радиофизических методов в гидрофизике (отд. 220) Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук».

### **Личное участие аспиранта в получении результатов, изложенных в диссертации**

Все приведенные в диссертации результаты получены либо лично аспирантом, либо при его непосредственном участии. В частности, аспирант принимал участие в проведение

натурных экспериментов в Горьковском водохранилище, ему принадлежит основной вклад в проведение лабораторных экспериментов. Автору принадлежат результаты обработки и анализа данных натурных и лабораторных экспериментов. Автором проведены математические расчёты самосогласованной модели компрессии поверхностных пленок в поле поверхностных волн с учетом упрощения в лабораторных условиях. Автору принадлежат результаты обработки спутниковых данных с последующим применением к изображениям метода максимальной взаимной корреляции, и верификацией полученных результатов.

### **Научная новизна и основные результаты диссертационного исследования**

1. Получено, что в приплотинном участке Горьковского водохранилища над руслом наблюдается положительная корреляция между магнитудой скорости и стоком через ГЭС, над поймой отрицательная. Показана изменчивость структуры течений в зависимости от расхода воды через ГЭС, и установлен относительно “быстрый” отклик среды (несколько часов) на эти изменения. Выделены три характерных режима течений в южной части акватории в зависимости от величины расхода воды через ГЭС: при расходе 800-1000 м<sup>3</sup>/с – выраженный круговорот; 3000-4000 м<sup>3</sup>/с – выраженный поток на русле, направление течения во всей озерной части водохранилища к ГЭС; 1000 - 3000 м<sup>3</sup>/с – переходный режим.

2. Показано, что регулярное формирование обратных течений и круговорота на пойме являются причиной концентрирования и перераспределения по акватории фитопланктона в период его интенсивного цветения, захвата речных выносов и образования локализованных массы воды с отличными от окружающей воды характеристиками. Показано, что в период первой декады августа распределение фитопланктона обладает высокой пространственно-временной изменчивостью из-за зарегулированного руслового потока, обратных течений, круговорота и ветрового форсинга.

3. Показано, что наличие конвергентных и дивергентных циркуляционных течений в области «разреженной» пленки, образующийся при набегании поверхностных волн на сликовую структуру, является одной из причин расхождения структуры стационарного распределения пленки с выводами, полученными по результатам расчета в рамках самосогласованной модели при некоторых значениях амплитуд набегающих на пленку волн.

4. Получено, что условиями применимости стандартного метода максимальной взаимной корреляции для внутренних водоемов с зарегулированным стоком при использовании спутникового изображения (зеленого канала) с разрешением 30 м, где в качестве маркеров течения выступает неравномерное распределение фитопланктона по акватории, являются: временной интервал между изображениями в паре достаточный для смещения маркеров на расстояние превышающее размер элемента разрешения спутниковых данных, но не превышающий время изменения структуры неоднородности из-за высокой изменчивости течений (из-за регулирования стока и ветрового форсинга); концентрация маркеров выше некоторого порогового значения (определяемого значением корреляционного коэффициента от средней концентрации фитопланктона в окне);

маркеры перемешаны по глубине и отсутствует плотная «корка» фитопланктона на поверхности.

### **Степень достоверности результатов проведенных исследований**

Все представленные результаты диссертационного исследования являются достоверными и обоснованными. В работе применялись надежные и апробированные методы и подходы. Положения и основные результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых российских и зарубежных научных журналах и подвергались оценке независимых международных экспертов. Результаты докладывались на всероссийских и международных симпозиумах, конференциях, школах и обсуждались на научных семинарах.

### **Практическая и теоретическая значимость результатов исследования**

Результаты диссертационной работы углубляют понимание особенностей физических процессов во внутренних эвтрофных водоемах с регулируемым стоком, а также раскрывают особенности дистанционного мониторинга таких процессов, чем вносят значительный вклад в развития методов корректной интерпретации спутниковых изображений.

### **Список работ, опубликованных в журналах из Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук**

1. Molkov A., Kapustin I., Grechushnikova M., Dobrokhotova D., Leshchev G., Vodeneeva E., Sharagina E., Kolesnikov A. Investigation of Water Dynamics Nearby Hydroelectric Power Plant of the Gorky Reservoir on Water Environment: Case Study of 2022 // Water. – 2023. – Т. 15. – №. 17. – С. 3070.

2. Доброхотова Д.В., Капустин И.А., Мольков А.А., Лещёв Г.В. Исследование влияния режима работы ГЭС на перераспределение фитопланктона в верхнем водном слое в приплотинном участке Горьковского водохранилища // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20. № 1. С. 242–252

3. Капустин И.А., Ермаков С.А., Смирнова М.В., Вострякова Д.В., Мольков А.А., Чебан Е.Ю., Лещёв Г.В. О формировании изолированной линзы речного стока круговоротом в горьковском водохранилище // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 6. С. 214-221.

4. И.А. Капустин, Д.В. Вострякова, А.А. Мольков, О.А. Даниличева, Г.В. Лещёв, С.А. Ермаков Натурные подспутниковые наблюдения конвергентных течений в приповерхностном слое воды по их пенным образам // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. №1. С. 188–196

5. Вострякова Д.В., Капустин И.А., Лазарева Т.Н., Даниличева О.А., Ермаков С.А. Лабораторное исследование компрессии поверхностно-активной пленки и трансформации ее границы под действием поверхностной волны // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2022. Т. 15, № 4. С. 63–73.

6. Капустин И.А., Мольков А.А., Ермошкин А.В., Доброхотова Д.В., Даниличева О.А., Лещев Г.В. Восстановление структуры течений в Куйбышевском водохранилище с

использованием спутниковых данных и натурных измерений / И.А. Капустин, // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. – 2024. – 17(1) – С.63-72. [https://doi.org/10.59887/2073-6673.2024.17\(1\)-5](https://doi.org/10.59887/2073-6673.2024.17(1)-5)

7. Капустин И.А., Мольков А.А., Даниличева О.А., Шомина О.В., Лещев Г.В., Доброхотова Д.В., Ермошкин А.В. Определение течений в водохранилище по последовательным внутрисуточным спутниковым изображениям // *ИЗВЕСТИЯ РАН. ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ И ОКЕАНА* (в печати)

Ценность научных работ диссертанта отражается высоким уровнем публикаций в рецензируемых международных журналах. Они неоднократно обсуждались на различных конференциях и семинарах, получили высокую оценку ведущих специалистов.

Результаты, представленные в диссертационной работе, в полной мере изложены в работах, опубликованных соискателем ученой степени. Формулировки результатов изложены в соответствии с личным вкладом автора в каждую из опубликованных статей. Ссылки на источники заимствования материалов оформлены корректно.

Научная специальность, которой соответствует диссертация: 1.6.17. Океанология.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертация соответствует критериям, установленным в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 23 августа 1996 года № 127-ФЗ "О науке и государственной научно-технической политике".

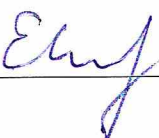
Диссертация «Экспериментальное исследование динамических процессов во внутренних водоемах с зарегулированным стоком и определение возможностей их дистанционного зондирования» Доброхотовой Дарьи Васильевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности: 1.6.17. Океанология.

Настоящее заключение составлено на основании решения Ученого совета отделения геофизических исследований и Центра гидроакустики ИПФ РАН по проведению итоговой аттестации по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности: 1.6.17. Океанология.

Присутствовало на заседании 14 чел.

Результаты голосования: «за» – 14 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел.

протокол № 9 от « 27 » июня 2024 г.



---

Мареев Евгений Анатольевич,  
доктор физико-математических наук,  
Председатель Ученого совета отделения  
геофизических исследований



---

Шаталина Мария Викторовна,  
кандидат физико-математических наук,  
Учёный секретарь отделения геофизических  
исследований