

**Отзыв официального оппонента**  
**доктора географических наук Зимина Алексея Вадимовича на**  
**диссертационную работу Бочарова Александра Вячеславовича**  
**«Оценка современного состояния внутреннего водоема на основе методов**  
**дистанционного зондирования**  
**на примере Иваньковского водохранилища»**  
**на соискание ученой степени кандидата географических наук**  
**по специальности 25.00.36 – Геоэкология**

*Оценка актуальности темы исследования*

В современных условиях меняющегося климата и усиливающейся антропогенной нагрузки на водные объекты суши, часто сопровождающейся их эвтрофированием, задача постоянного мониторинга вод является жизненно важной необходимостью для многих регионов. Использование традиционных подходов, опирающихся на отбор проб и последующий лабораторный анализ, не предполагают пространственного охвата всего водоема в отличие от данных дистанционного зондирования Земли из космоса, которые позволяют отследить, как меняется водоем и его экосистема под воздействием природных и антропогенных факторов в целом. Соответственно использование спутниковых методов дистанционного зондирования для выполнения целенаправленного мониторинга по отбору проб открывает качественно новые возможности в мониторинге вод суши. Однако из-за необходимости учета местных условий применение дистанционных данных в комплексных исследованиях внутренних водоемов достаточно ограничено.

Как известно, основной целью дистанционного зондирования является определение соотношений между реальными свойствами подстилающей поверхности и излучением, которое поступает от неё на приёмное устройство спутника. Установление этих соотношений даёт возможность извлечения параметров реального состояния земной или водной поверхности из данных спутниковой съёмки.

В случае внутренних водоемов, озер и водохранилищ исследования затрудняются из-за незначительных по сравнению с морями и океанами масштабов водных объектов, обширной береговой линии, мелководий, наличия водной растительности и т.д. Вследствие указанных причин водоемы имеют сложную и меняющуюся оптическую структуру столба воды. Соответственно весьма актуальной научной задачей для совершенствования мониторинга состояния внутренних водоемов на основе данных оптических спутниковых

сенсоров является оценка региональных оптических свойств водных объектов и разработка подходов для их использования в геоэкологических исследованиях.

Актуальной задачей является разработка комплекса методических схем проведения исследований внутренних водоемов на основе технологий дистанционного зондирования Земли. Вследствие чего использование данных дистанционного зондирования в интересах организации и ведения мониторинга водных объектов в части оценки изменения морфометрических особенностей, состояния и режима использования водоохранных зон значительно расширит его возможности и экономическую эффективность.

В связи с этим работа Бочарова А.В. представляет собой актуальное научное исследование.

### ***Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций***

Научные положения и результаты диссертации достаточно четко обоснованы и аргументированы. Приведенный объем исследования представляется удовлетворительным для обоснования выводов.

В экспериментах использовались современные методы и подходы к постановке и проведению натурных исследований и обработке спутниковых данных. Для моделирования зависимостей между характеристиками спутниковых сигналов и измеряемыми величинами применялись общепризнанные решения, в которых использовались разработанные автором соотношения. Выводы логически вытекают из материалов исследований и в полном объеме отражают поставленные задачи.

Однако сами формулировки положений, выносимых на защиту, оставляют желать лучшего. Они представлены в обобщенном виде и требуют более четкого изложения в виде защищаемых положений, а не общих выводов из результатов работы.

Рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы проведенными исследованиями. Полученные региональные алгоритмы могут использоваться для ведения мониторинга и ретроспективного анализа состояния вод, выделения границ водоема и зон распространённости воздушно-водной растительности не только Иваньковского водохранилища, но и других водоемов средней полосы России с близкими характеристиками.

### ***Достоверность и новизна научных положений и результатов***

Основные положения и результаты диссертационной работы представляются достоверными, так как они получены на основе массива высокоразрешающих спутниковых данных и данных *in situ* измерений, что

позволяет считать данные репрезентативными, а также опробированных методик, неоднократно применяемых для других водоемов. Кроме того, используемые методы количественной оценки позволили исключить фактор субъективности. Однако отсутствие конкретных координат места и времени отбора проб вызывает вопросы к качеству описания материалов.

Автором разработаны оригинальные методики выделения границ водных объектов и воздушно-водной растительности. Новизна решений, представленных в них, подтверждена полученным патентом.

Впервые для Иваньковского водохранилища созданы региональные биооптические алгоритмы для определения показателей мутности, цветности, концентрации хлорофилла «а».

Научная новизна исследования заключается в получении ранее отсутствовавших подробных сведений о пространственной изменчивости поверхностной температуры воды, мутности, цветности, концентрации хлорофилла «а», площади зарастания воздушно-водной растительностью Иваньковского водохранилища.

Значительный личный вклад автора в исследование, так же как достоверность и новизна научных результатов работы, подтверждаются 4 публикациями в ведущих рецензируемых журналах (рекомендованных для публикации ВАК) и выступлениями на различных конференциях, материалы которых также были опубликованы.

### ***Замечания по диссертационной работе***

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. При описании личного вклада автора в работу упоминаются «многочисленные маршрутные наблюдения вдоль береговой линии», однако их описание не вошло в работу, а материалы, представленные в приложении 1, которые заполняют данный пробел, не имеют поясняющих комментариев в тексте работы.
2. Глава 1 завершается разделом «Постановка задач исследования». Однако, как может ставиться задача на географическое исследование, когда не описан объект исследования и его особенности?
3. В разделе 2.1 вводятся географические понятия Волжский, Шошинский и Иваньковский плес, обсуждаются их особенности. Но привязка к местности данных географических объектов в тексте дана лишь частично, а на рисунках вообще не отражена, что очень затрудняет восприятие информации.
4. В разделе 2.2 не дано точное описание координат, времени выполнения подспутниковых наблюдений и точного количества отобранных на каждом пункте проб. Без данной информации описание исходных данных, использованных в работе, является не полным.

5. В разделе 2.4 указывается, что при обработке снимков района Иваньковского водохранилища использовалась модель атмосферы для лета в средних широтах. Желательно обосновать данный выбор, опираясь на результаты наблюдений или климатическое описание района.

6. В разделе 3.1.2 не поясняется, как сопоставлялись результаты спутниковых и полевых исследований воздушно-водной растительности, что не позволяет оценить качество полученных результатов.

7. Для результатов, представленных в разделе 3.2.1 надо дать описание, в какое время суток и в каких метеорологических условиях были получены сведения о температуре поверхности, так как это весьма важно для интерпретации полученных результатов.

8. Требуется пояснения расхождение при сравнении значений температуры поверхности для района Шошинского плеса по информации, представленной на рисунке 35 и в таблице 8.

9. В разделе 3.2.2.2 приводятся оценки показателя мутности для всей водной поверхности Иваньковского водохранилища по данным спутниковых наблюдений в диапазоне от 0 до 15 мг/л. Однако данные натурных измерений ограничиваются диапазоном от 2 до 12 мг/л. Требуется пояснить данное расхождение.

10. В разделе 3.2.2.3 даны оценки связи между цветностью и значениями индексных изображений каналов, при этом данные натурных наблюдений за разные дни значительно отличаются, и соответственно полученная зависимость требует статистической проверки на уровень значимости. Кроме того требует пояснения корректность использования полученной зависимости вне диапазона верифицированного данными натурных наблюдений.

11. В разделе 3.2.2.5. приводится оценка биомассы и первичной продукции, однако желательно обосновать, почему данные, полученные для поверхностного слоя, экстраполируются на всю водную толщу водоема.

12. Учитывая широкий спектр вопросов, затронутых в диссертации, и объем проделанной работы, в заключении было бы целесообразно сформулировать один общий вывод по работе, отвечающий поставленной цели.

Отмеченный ряд замечаний в целом снижает впечатление от проведенного интересного исследования.

### ***Заключение***

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что диссертантом решена важная научная задача, а именно: разработан и реализован, на примере Иваньковского водохранилища, комплекс методик по

применению данных дистанционного зондирования в оптическом диапазоне в геоэкологических исследованиях внутренних водоемов. Диссертация соответствует требованиям п. 9 положения ВАК «О порядке присуждения ученых степеней» № 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Бочаров Александр Вячеславович заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология.

Официальный оппонент:

доктор географических наук,  
главный научный сотрудник лаборатории геофизических пограничных слоев,  
«ФГУБН Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН»  
(Санкт-Петербургский филиал)

ЗИМИН Алексей Вадимович



21.10.2021 г.

Контактные данные:

тел.: +7(812)328-27-29, e-mail: zimin2@mail.ru

Адрес места работы:

199004, г. Санкт-Петербург, 1-я линия Васильевского острова, д. 30,  
ФГУБН Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Санкт-Петербургский филиал

Тел.: +7 (812) 328-50-66; e-mail: office@spb.ocean.ru

Подпись сотрудника СПбФ ИО РАН  
д.г.н. А.В. Зими́на удостоверяю:  
Ведущий специалист по кадрам



В.В. Любавская  
21.10.2021 г.