

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.039.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ВОДНЫХ И
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК (МИНОБРНАУКИ РОССИИ), ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 23 декабря 2021 г. №17

О присуждении Фроленкову Игорю Михайловичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата географических наук.

Диссертация «Оценка геоэкологического состояния пресноводных озер Алтайского региона с использованием гидрооптических характеристик» по специальности 1.6.21 «Геоэкология (географические науки)» принята к защите 12.10.2021 г. протокол №15 диссертационным советом 24.1.039.01, созданном на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук (ИВЭП СО РАН), Минобрнауки России, г. Барнаул, 656038, ул. Молодежная, д. 1, Приказ № 105/нк от 11 апреля 2012 г.

Соискатель Фроленков Игорь Михайлович, 1988 года рождения, в 2011 году окончил Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Алтайский государственный университет» по специальности «Безопасность жизнедеятельности в техносфере». В 2014 г. закончил аспирантуру на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук. В 2014–2020 гг. работал специалистом и ведущим специалистом АО «Московский центр новых технологий и телекоммуникаций». С 2020 г. работает в должности супервайзера ООО «Джинезис» (г. Барнаул).

Диссертация выполнена в лаборатории гидрологии и геоинформатики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук (Минобрнауки России).

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Суторихин Игорь Анатольевич, главный научный сотрудник лаборатории гидрологии и геоинформатики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук.

Научный консультант – доктор географических наук, профессор, Заслуженный эколог РФ Винокуров Юрий Иванович, главный научный сотрудник лаборатории биогеохимии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

Ходжер Тамара Викторовна, доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией гидрохимии и химии атмосферы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Лимнологического института Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск,

Шибанов Евгений Борисович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник отдела оптики и биофизики моря Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН» (МГИ), г. Севастополь,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Институт озераведения Российской академии наук – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ

РАН), г. Санкт-Петербург, в своём положительном отзыве, который подписан Михаилом Арсеньевичем Науменко, профессором, доктором географических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории географии и гидрологии, указала, что представленная работа вносит существенный вклад в изучение и оценку геоэкологического состояния пресноводных озёр Алтайского региона. Теоретическая ценность работы состоит в разработке методики оценки трофического статуса внутренних водоемов по данным анализа пространственно-временной изменчивости предложенного Оптического индекса геоэкологического состояния. Полученные научные результаты целесообразно использовать в практике комплексных исследований геоэкологического состояния водоемов Алтайского региона.

Соискатель имеет 26 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликована 21, из них в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ – 4, в журнале индексируемом Web of Science – 1. Получено свидетельство о государственной регистрации базы данных «Гидрооптические параметры водоема Западной Сибири» и два патента на изобретение «Способ определения трофического уровня пресноводного водоёма» и «Способ определения уровней геоэкологического состояния пресноводного водоема с использованием оптического индекса геоэкологического состояния ОИГС». Вклад соискателя составляет не менее 60%.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Vinokurova G.V., Sutorikhin I.A., Kolomeitsev A.A., **Frolenkov I.M.** Analysis of the State of Biological Communities in a Continental Water Body using Hydrooptical Characteristics // Inland Water Biology. – 2021. – Vol. 14., №2. – P. 159–167.
2. Суторихин И.А., **Фроленков И.М.** Пространственный анализ изменения спектрального показателя ослабления света в поверхностном слое воды Телецкого озера в период летнего прогрева // Естественные и технические науки. – 2018. – №11. – С. 221–224.

3. Суторихин И.А., **Фроленков И.М.**, Литвих М.Е. Спектральная прозрачность воды на различных глубинах акватории Телецкого озера // Естественные и технические науки. – 2016. – №11(101). – С. 110–113.
4. Суторихин И.А., Акулова О.Б., Букатый В.И., **Фроленков И.М.** Определение трофического статуса пресноводных озёр Алтайского края в период 2013–2016 гг. по гидрооптическим характеристикам // Известия АлтГУ. – 2017. – №1/1. – С. 58–61.
5. Суторихин И.А., **Фроленков И.М.** Оценка трофического статуса Телецкого озера по данным гидрооптических измерений в видимом диапазоне // Известия Алтайского государственного университета. – 2017. – №4(88). – С. 67–71.
6. Суторихин И.А., **Фроленков И.М.** Способ определения трофического уровня пресноводного водоема : пат. 2695154 Рос. Федерация. №2018134895 : заявл. 02.10.18 : опубл. 22.07.19, Бюл. № 21. 7 с.
7. Суторихин И.А., **Фроленков И.М.** Способ определения уровней геоэкологического состояния пресноводного водоема с использованием оптического индекса геоэкологического состояния ОИГС : пат. 2750141 Рос. Федерация. №2020140847 : заявл. 10.12.20 : опубл. 22.06.21, Бюл. № 18. 12 с.
8. Суторихин И.А., Донцов А.А., Коломейцев А.А., Литвиненко С.А., **Фроленков И.М.** Гидрооптические параметры водоёма Западной Сибири : Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2018621910 Рос. Федерации. №2018621374 : заявл. 04.10.18; опубл. 03.12.18. 6 с.

На автореферат поступило 11 отзывов, все отзывы положительные. Без замечаний – 3 отзыва: от *Куракова С.А.*, к.т.н., научного сотрудника лаборатории геоинформационных технологий Института мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук (ИМКЭС СО РАН), от *Счастливецва Е.Л.*, д.т.н., заведующего лабораторией и *Юкиной Н.И.*, к.т.н., научного сотрудника лаборатории моделирования геоэкологических систем Федерального исследовательского центра информационных и вычислительных технологий (ФИЦ ИВТ), от

Харламовой Н.Ф. к.г.н., доц., доцента кафедры физической географии и ГИС Института географии Алтайского государственного университета.

В отзыве *Корчёмкиной Е.Н.*, к.ф.-м.н., старшего научного сотрудника отдела оптики и биофизики моря Федерального исследовательского центра «Морской гидрофизический институт РАН» (МГИ) указано восемь замечаний: 1) На стр. 1: «оценить геоэкологическое состояние... традиционными методами». Желательно пояснить, что это за методы; 2) на стр. 4 в разделе «Исходные данные» указаны количества выполненных измерений, в том числе в пробах и натурных (диск Секки). В разделе «Методы исследования и достоверность» указано общее количество обработанных проб, соответствующее сумме вышеприведенных чисел, и указано, что они обрабатывались на спектрофотометре и в химико-аналитическом центре, т.е. предполагается, что все это – лабораторные измерения. Почему в это количество вошли измерения диска Секки? 3) на стр. 6 перечислены исследованные озера и их характеристики. Четыре озера в период исследований относятся к эвтрофно-гиперэвтрофному типу, одно к олиготрофному. Смущает отсутствие промежуточных типов и отсутствие рекомендаций по применению методики в мезотрофных типах вод; 4) на стр. 8: «В численные значения ОИГС ... вносят вклад все показатели, используемые в методике А.Г. Исаченко». Но нигде не упомянуто, чем ОИГС отличается от этой методики; 5) почему на рисунке 1 отсутствуют данные по оз. Лапа, а в таблице 3 – по Телецкому? 6) на рисунке 2 пропала часть легенды; 7) на стр. 9: «Выявлена достоверная положительная корреляция между натуральным логарифмом от численных значений $\varepsilon(\lambda_{430})$ и ОИГС...». Но ведь логарифм от $\varepsilon(\lambda_{430})$ это и есть ОИГС по определению, формула (1)? 8) Из рисунка 7 непонятно, по какому принципу выбраны пары значений для отображения на графике. Почему на нем 5 рядов данных, ведь данные за 2015–2017 годы – это абсциссы?

В отзыве *Маньковского В.И.*, к.ф.-м.н., старшего научного сотрудника отдела оптики и биофизики моря и *Маньковской Е.В.*, к.т.н., старшего научного сотрудника отдела гидрофизики шельфа Федерального исследовательского

центра «Морской гидрофизический институт РАН» (МГИ) имеется пять замечаний: 1) из формулировки п. 2 Научной новизны: «определен диапазон изменения...», не ясно – данная информация получена впервые? 2) в пункте Теоретическое и практическое значение написано «разработаны патенты...». Правильно было написать – получены; 3) на стр. 5 при описании содержания четвертой главы упоминается аббревиатура ОВР, которая нигде больше не упоминается и не расшифровывается; 4) в автореферате несколько раз упоминается метод оценок А.Г. Исаченко, но нигде не поясняется, в чем суть метода; 5) В п. 2 выводов: «...чувствителен к содержанию в воде взвешенных (минеральная и органическая взвесь) и растворенных (органическое (жёлтое) вещество, неорганические соединения, хлорофилл водорослей) веществ». Хлорофилл водорослей не является растворенным веществом.

В отзыве *Суслина В.В.*, к.ф.-м.н., старшего научного сотрудника, ведущего научного сотрудника отдела динамики океанических процессов Федерального исследовательского центра «Морской гидрофизический институт РАН» (МГИ) имеется пять замечаний: 1) несмотря на ограниченный объем автореферата, можно было бы дать абзац о том, какие достижения существуют в этой области, и как это направление развивается у нас в стране (например, озеро Байкал, озера Карелии) и за рубежом (Китай, США, Канада). Соискатель ограничился только одним общим предложением на с. 5; 2) В тексте автореферата, на рисунках и в таблице нигде не указаны единицы измерения показателя ослабления света $\epsilon(\lambda)$. Где-то в самом начале, например, в комментарии к формулам 1 и 2 это надо было сделать. Очевидно, что индикатор ОИГС будет иметь разные значения в зависимости от выбранной единицы измерений $\epsilon(\lambda)$; 3) После того, как было дано определение ОИГС на с. 7 (выражение (1)), использование в тексте выражения «спектральный показатель ослабления света» избыточно, т.к. речь идет о показателе ослабления света на одной длине волны 430 нм; 4) на рис. 3 и 4, в табл. 3 и 4 было бы желательно увидеть диапазон изменчивости или привести среднеквадратичное отклонение для индикатора ОИГС. Это же были не

единичные измерения? Существует же пространственная (разные участки озера) и временная изменчивость внутри сезона; 5) Экспериментальные данные охватывают 7 лет (с. 4), хотя в табл. 5 приведены результаты только за 5 лет. Казалось бы можно было дать оценку межгодовой изменчивости ОИГС на примере наиболее обеспеченного измерениями озера или отдельного его района. Возможно, анализ межгодовой изменчивости есть в тексте диссертации. Также есть редакционные замечания к работе: 1) с. 4, раздел «Исходные данные»: «Изучены картографические...» – неудачная фраза, для этого раздела; 2) с. 4, раздел «Теоретическое и практическое значение»: вместо “ $\varepsilon(\lambda)=430$ нм”, корректно было бы написать “ $\varepsilon(\lambda)$, где $\lambda=430$ нм” и на с. 6, 9, 11; 3) с. 9 ($\varepsilon(\lambda_{400-800}) \rightarrow \varepsilon(\lambda)$, где $\lambda \in 400-800$ нм).

В отзыве *Носова Е.В.*, к.ф.-м.н., старшего научного сотрудника лаборатории когерентной и адаптивной оптики Института оптики атмосферы Сибирского отделения Российской академии наук (ФГБУН ИОА СО РАН) имеется замечание о том, что в автореферате не указано, какие статистические методы были использованы.

В отзыве *Чуриловой Т.Я.*, к.б.н., ведущего научного сотрудника, руководителя научно-исследовательского центра геоматики Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН» ФИЦ (ИнБИОМ) в качестве замечания отмечается, что в автореферате не представлена сезонная динамика оптических показателей вод Телецкого озера в отличие от других озер.

В отзыве *Логинова С.В.*, к.ф.-м.н., ведущего научного сотрудника и *Ляпиной Е.Е.*, к.г.-м.н., старшего научного сотрудника лаборатории физики климата систем Института мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук имеется четыре замечания: 1) вызывает сомнение правильность названия физико-географической страны – «Горы Юго-Западной Сибири»; 2) Из автореферата не понятно, как проводилось определение индекса ОИГС непосредственно на озере или пробы воды доставлялись в лабораторию. Если доставлялись, то,

какое влияние оказал водный транспорт (весельная лодка или катер) на степень перемешивания воды? 3) Не корректно по данным только одного показателя, в данном случае индекса ОИГС, говорить о степени антропогенной нагрузки. Высокая степень трофности может быть связана и с естественными процессами. Проводились ли исследования химического анализа вод озёр, а также сравнение с естественным геохимическим фоном; 4) стр. 9: «Выявлена достоверная положительная корреляция между натуральным логарифмом от численных значений (430) и ОИГС на трёх озерах (Красиловское, Лапа, Большое Островное)». Какой уровень доверительной вероятности?

В отзыве *Хана В.А.*, д.т.н., ведущего научного сотрудника лаборатории оптической локации Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук (ИОА СО РАН) имеются три замечания: 1) по тексту автореферата, при анализе защищаемых положений, имеется множество ссылок на других авторов, причем без указания конкретного опубликованного источника литературы, что существенно затрудняет анализ и оценку полученных диссертантом новых результатов исследований и их восприятий; 2) в автореферате приведены 4 таблицы и 9 рисунков, анализ которых отсутствует или чрезвычайно скуден. Если таблицы и рисунки не брать в расчёт, то так называемый анализ сводится к чуть более, а то и менее 0,5 страницы, что явно мало; 3) в автореферате отмечается, что в четвертой главе представлены значения спектрального показателя ослабления света воды на длинах волн 400–800 нм, полученные экспериментальным путем, при этом в автореферате нет чётких разграничений, чем отличаются полученные результаты от известных.

В отзыве *Колосова В.В.*, д.ф.-м.н., помощника руководителя (советника) Томского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук (ТНЦ СО РАН) имеется два замечания: 1) в автореферате написано, что достоверность результатов анализа подтверждена использованием стандартных образцов, при этом не указано, какие стандартные образцы использовались? 2) нет пояснений, почему именно использовался метод оценки А.Г. Исаченко?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается уровнем их квалификации в данной области и подтвержден публикациями.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан и апробирован экспресс-метод определения геоэкологического состояния и трофического статуса разнотипных пресноводных озёр по гидрооптическим характеристикам;

предложен новый индикатор геоэкологического состояния пресноводных озёр равнинных и горных территорий – оптический индекс геоэкологического состояния (ОИГС);

доказано, что спектральный показатель ослабления света на длине волны 430 нм позволяет оперативно оценивать трофический статус пресноводного водоема, а логарифм показателя ослабления – определять степень антропогенного воздействия водосбора на водоем;

введено понятие «оптический индекс геоэкологического состояния», которое отражает геоэкологическое состояние пресноводных водоемов и степень антропогенной нагрузки на территорию его водосборного бассейна и акваторию.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что ОИГС характеризует степень антропогенного воздействия на водосборный бассейн и акваторию водоема;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс общенаучных, географических и специальных методов: сравнительно-географические, картографические, статистические и гидрооптические методы;

изложены результаты оценки геоэкологического состояния изученных водоемов Алтайского региона и их водосборных бассейнов;

раскрыты некоторые **противоречия** в оценке геоэкологического состояния изученных озер по гидрооптическим и другим показателям (гидрохимическим и гидробиологическим), обусловленные различиями этих

научно-методических подходов;

изучены диапазоны изменения спектрального показателя ослабления света исследуемых озер (Красиловское, Большое Островное, Лапа, Иткуль, Телецкое) на различных глубинах, в разные сезоны года и определяющие их факторы;

проведена модернизация известных гидрооптических методов для использования их в оценке геоэкологического состояния водоемов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены в практику научных исследований (получены два патента) методы экспресс-оценки геоэкологического состояния водоемов по гидрооптическим показателям;

создана и зарегистрирована электронная база данных (получено свидетельство о государственной регистрации), включающая такие показатели состояния геоэкологического состояния водоемов как концентрация хлорофилла "а", концентрация общего фосфора, измерена прозрачность воды по белому диску, диапазоны изменения спектрального показателя ослабления света и ОИГС;

представлены методические рекомендации при осуществлении картирования водных объектов, при ведении мониторинговых наблюдений, комплексных геоэкологических исследованиях водоемов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ получены достоверные результаты с использованием большого количества (7480) проб, отобранных и проанализированных в соответствии с государственными стандартами на поверенном сертифицированном спектрофотометре «ПЭ-5400УФ» и в химико-аналитическом центре ИВЭП СО РАН;

теория основана на трудах ведущих отечественных и зарубежных ученых в области гидрооптики, географии и геоэкологии и согласуется с опубликованными научными данными, полученными на других водных объектах;

идея базируется на анализе практики определения геоэкологического состояния разнотипных водных объектов и обобщении передового опыта использования гидрооптических показателей для оценки трофического статуса озер;

использованы данные, которые получены с использованием стандартных и общепринятых методик отбора проб, лабораторного анализа и обработки результатов, которые сопоставимы с результатами зарубежных и российских исследований по сходной тематике;

установлено совпадение полученных данных с результатами геоэкологической оценки изученных водоемов, проведенной другими исследователями с помощью альтернативных методов (ландшафтно-экологических, гидрохимических, гидробиологических);

использованы современные методики сбора и обработки натуральных данных о гидрооптических характеристиках изученных водоемов; использованы актуальные картографические материалы и аэрокосмические снимки.

Личный вклад соискателя состоит в личном участии на всех этапах исследования, включая отбор проб воды (2013–2019 гг.), проведение экспериментов, систематизацию и анализ, а также картографирование полученных результатов. Соискатель принимал непосредственное участие в подготовке статей, патентов и материалов конференций к публикации.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: об обоснованности выбора длины волны для расчета ОИГС; об учете антропогенных факторов при геоэкологической оценке по ОИГС; о верификации предложенного индекса другими методами оценки геоэкологического состояния водоемов.

Соискатель Фроленков И.М. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, частично согласился с замечаниями и частично привел собственную аргументацию, в частности пояснил, что на длине волны 430 нм наблюдается максимум поглощения хлорофиллом «а», содержащимся в клетках водорослей

фитопланктона, также эта длина волны чувствительна к растворенному органическому веществу и взвесям, которые являются показателями геоэкологического состояния водоема; верификация индекса в основном проведена при помощи индекса Карлсона, который учитывает прозрачность воды, содержание хлорофилла «а» и концентрацию фосфора.

На заседании 23 декабря 2021 г. диссертационный совет принял решение за разработку научной задачи, имеющей важное значение для развития знаний в области геоэкологии, присудить Фроленкову И.М. ученую степень кандидата географических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовало за 11, против 2, недействительных бюллетеней 1.

Председатель диссертационного совета

д.б.н., профессор

Пузанов Александр Васильевич

Ученый секретарь заседания диссертационного совета,

д.б.н., доцент

Безматерных Дмитрий Михайлович

23 декабря 2021 г.