

**Заключение диссертационного совета Д 005.007.02  
на базе ФГБУН Института автоматики и процессов управления  
Дальневосточного отделения Российской академии наук по диссертации на  
соискание ученой степени кандидата наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 03.06.2015 № 59

О присуждении Попику Александру Юрьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Динамика спектров лазерно-индуцированной флуоресценции хлорофилла-*a* фитопланктона в условиях меняющихся факторов внешней среды» по специальности 01.04.21 «Лазерная физика»

принята к защите 3 апреля 2015 г. протокол № 54 диссертационным советом Д 005.007.02 на базе ФГБУН Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, находящегося по адресу 690041, Приморский край, г. Владивосток, ул. Радио, д. 5, утверждённого приказом Рособнадзора Минобрнауки России от 04.07.2008 № 1484-1033.

Соискатель Попик Александр Юрьевич 1988 года рождения.

В 2010 году соискатель окончил ГОУ ВПО Дальневосточный государственный технический университет. В 2013 году окончил очную аспирантуру ФГБУН Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук. В настоящее время работает инженером-программистом в лаборатории физических методов мониторинга природных и техногенных объектов ФГБУН Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИАПУ ДВО РАН).

Диссертация выполнена в лаборатории физических методов мониторинга природных и техногенных объектов ИАПУ ДВО РАН.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Гамаюнов Евгений Леонидович, старший научный сотрудник лаборатории физических методов мониторинга природных и техногенных объектов ИАПУ ДВО РАН.

Официальные оппоненты:

Фадеев Виктор Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Квантовой электроники» Физического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, руководитель лаборатории «Лазерной спектроскопии водных сред и лазерной биофотоники».

Салюк Павел Анатольевич, кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией лазерной оптики и спектроскопии, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева» Сибирского отделения Российской академии наук (ИОА СО РАН) г. Томск, в своём положительном отзыве, составленном доктором физико-математических наук О. А. Романовским, указала, что в диссертационной работе решаются актуальные задачи исследования воздействия освещенности и температуры среды на спектральную плотность лазерно-индуцированной флуоресценции хлорофилла, находящегося в составе клеток фитопланктона, создания экспериментальной установки, разработки соответствующей методики вычисления концентрации хлорофилла и ее апробации при проведении экспедиционных исследований распределения фитопланктона в морских акваториях. Диссертация является законченной научно-исследовательской работой. В которой содержится решение задачи разработки новой методики лазерно-индуцированной флуориметрии для определения концентрации хлорофилла-а фитопланктона, имеющей важное значение для лазерной флуоресцентной спектроскопии, биофизики и экологии, а ее автор Попика А.Ю. заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 5 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК. Из них 2 статьи в журнале «Приборы и техника эксперимента» в соавторстве объёмом 0.93 п.л., 2 статьи в журнале «Оптика атмосферы и океана» в соавторстве объёмом 0.68 п.л., статья в журнале «Биофизика» в соавторстве объёмом 0.5 п.л. Авторский вклад соискателя в опубликованных работах составляет от 40 до 80%.

Вклад Попика А.Ю. заключается в разработке экспериментальных установок, участии в создании методик выполнения лабораторных и экспедиционных экспериментов и обработке полученных данных, в обсуждении и интерпретации результатов, подготовке текстов и оформлении статей.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Кульчин Ю. Н., Вознесенский С. С., Гамаюнов Е. Л., Коротенко А. А., Попик А. Ю., Майор А. Ю. Комплексный контроль состояния морских аквато-

рий оптическими методами. Часть 4. Оптоволоконная система измерения концентрации фитопланктона. Оптика атмосферы и океана. 2013, Т. 26, № 1, с. 40-45

2. Вознесенский С. С., Гамаюнов Е. Л., Попик А. Ю., Коротенко А. А. Оптоволоконный флуориметр для измерения параметров фотосинтеза фитопланктона. Приборы и техника эксперимента. М.: «Наука». 2014, № 3, с 97-103.
3. Гамаюнов Е. Л., Попик А. Ю. Зависимость флуоресценции фитопланктона от внешних воздействий. Биофизика. М.: «Наука». 2015, т. 60, №. 1, с. 143-151.

На автореферат диссертации поступило 6 отзывов. Все отзывы положительные.

1. Отзыв из Тихоокеанского океанологического института, подписан к.б.н., ведущим научным сотрудником лаборатории палеоокеанологии Захарковым С. П., содержит замечания: автор указывает в автореферате, что им был получен патент на изобретение, при этом в литературе приводит только патент на полезную модель; на рисунке 1 интенсивность освещенности указана в Вт, а не в Вт/м<sup>2</sup>; на рисунке 2 автор аппроксимирует зависимость интенсивности ЛИФ хлорофилла от температуры экспоненциальной функцией, хотя из рисунка следует, что оптимальной была бы линейная функция. Желательно провести сравнение детерминаций для обеих аппроксимаций.

2. Отзыв из Морского государственного университета им. адм. Невельского, подписан к.ф.-м.н., директором научно-исследовательского института морского транспорта Буровым Д.В., содержит замечания: среди параметров окружающей среды выбраны только температура и освещенность и не учитываются такие важные параметры, как соленость, мутность, химический состав; в положениях указаны типы зависимости интенсивности флуоресценции (линейный и экспоненциальный), но не указано убывает или возрастает флуоресценция

3. Отзыв из Института проблем морских технологий, подписан к.т.н. заместителем директора по научной работе Себто Ю.Г., содержит замечание по оформлению рисунков и текста автореферата; неточность определения некоторых понятий.

4. Отзыв из Дальневосточного федерального университета, подписан д.ф.-м.н., профессором, заведующим кафедрой приборостроения Короченцевым В.И.. содержит замечание: автор сосредоточился на исследовании зависимости ЛИФ от параметров среды, но не провел серьезных экспериментов при разных концентрациях хлорофилла. Если в лабораторных условиях полученные зависи-

мости не вызывают сомнения, при натурных исследованиях, приведенных в 4 главе, говорить о каких-либо зависимостях, не зная значений реальной концентрации микроводорослей, нельзя.

5. Отзыв из Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, подписан д.т.н., доцентом, заведующим кафедрой физики Бауло Е.Н., содержит замечания: первое защищаемое положение выглядит слишком очевидным, при полевых исследованиях естественно необходимо измерять температуру и освещенность; в автореферате приведено мало данных о связи интенсивности ЛИФ хлорофилла-а с концентрацией хлорофилла, найденной альтернативными методами; при проектировании датчика ЛИФ автор использует два волокна и не рассматривает модель для датчиков с большим количеством волокон.

6. Отзыв из Института биологии моря ДВО РАН, подписан к.б.н., старшим научным сотрудником лаборатории экологии шельфовых сообществ Орловой Т. Ю., не содержит замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их соответствием требованиям пунктов 22 и 24 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г №842, а также заключением комиссии диссертационного совета Д 005.007.02, зафиксированном в протоколе № 54 заседания диссертационного совета Д 005.007.02 в Институте автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук от 3 апреля 2015 г.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

1. Изучены особенности поведения спектров лазерно-индуцированной флуоресценции (ЛИФ) хлорофилла-а в составе клеток микроводорослей фитопланктона в условиях меняющихся факторов внешней среды.

2. Впервые показана необходимость и важность учета температуры воды и внешней освещенности для повышения точности метода ЛИФ при измерении концентрации хлорофилла-а в составе клеток микроводорослей фитопланктона.

3. Впервые экспериментально получены зависимости интенсивности ЛИФ от температуры и освещенности для хлорофилла-а в составе гаптофитовой водоросли *Isochrysis galbana*. Показан экспоненциальный характер зависимости интенсивности ЛИФ от температуры и линейный от освещенности.

4. Разработаны физические принципы построения, изготовлен и испытан макет новой измерительной системы с оптоволоконным датчиком лазерно-

индуцированной флуоресценции для измерения концентрации хлорофилла-а с учетом воздействия температуры и освещенности.

5. Разработана математическая модель и определены оптимальные параметры оптоволоконного датчика лазерно-индуцированной флуоресценции для произвольной ориентации оптических волокон и изменяющейся мощности индуцирующего излучения.

**Теоретическая значимость диссертации обоснована тем, что:**

- выявлены закономерности и предложены аппроксимирующие аналитические выражения для зависимости спектров ЛИФ хлорофилла-а в составе клеток гаптофитовой микроводоросли *Isochrysis galbana* от температуры воды и внешней освещенности;
- предложена новая математическая модель зависимости интенсивности ЛИФ от концентрации хлорофилла-а, учитывающая температуру и освещенность среды в точке выполнения измерений;
- разработана математическая модель и выполнено моделирование оптоволоконного датчика флуоресценции, результаты которого позволяют находить оптимальную конфигурацию датчика для разной мощности лазерного излучения

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

- развита методика определения концентрации хлорофилла-а методом ЛИФ, которая позволяет существенно повысить точность метода при выполнении измерений в естественных морских условиях на разных глубинах, в любое время суток;
- разработан и изготовлен работоспособный макет измерительной системы, позволяющей выполнять измерения концентрации хлорофилла-а методом ЛИФ, который прошел успешные полевые испытания в период с 2010 по 2013 г. г.

**Оценка достоверности полученных результатов исследования выявила:**

- основные результаты получены на сертифицированном оборудовании при использовании надежных экспериментальных методов и апробированных теоретических моделей
- полученные результаты согласуются с результатами исследований других научных групп, приведенными автором в цитируемой литературе

**Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии автора на всех этапах работы при выполнении лабораторных исследований, математического моделирования датчика, при проектировании и конструировании макета измерительной системы, проведении полевых экспедиционных измерений. Ана-**

лиз данных и формулировка выводов проводились автором под руководством научного руководителя.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Попика А.Ю. представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержатся результаты исследования процессов взаимодействия лазерного излучения с клетками микроводорослей фитопланктона, имеющие важное значение для совершенствования лазерных методов и создания биосенсорных систем для исследования окружающей среды. Диссертация соответствует критериям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

На заседании 3 июля 2015 г. диссертационный совет принял решение присудить соискателю Попику А.Ю. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней - нет.

Заместитель председателя  
диссертационного совета



А.А. Саранин

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Е.Л. Гамаюнов