

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.135.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
«НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УНИКАЛЬНОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ» РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ФГБУН НТЦ УП РАН)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 31 октября 2018 года, №2

О присуждении Козлову Валерию Анатольевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Разработка экспериментальной установки и методик исследования изотопических эффектов при набухании протонообменной мембраны в смесях $H_2O - D_2O$ на основе фотолюминесцентной и инфракрасной Фурье-спектроскопии» по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики», принята к защите 08.08.2018 г., протокол №5, диссертационным советом Д 002.135.01 на базе ФГБУН НТЦ УП РАН, почтовый адрес: 117342, г. Москва, ул. Бутлерова, д. 15. Совет функционирует на основании приказа Минобрнауки России № 714/нк от 02.11.2012. . Состав совета утвержден приказом Минобрнауки России № 714/нк от 02.11.2012 на срок действия Номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России № 1027 от 23.10.2017 г. После внесения частичных изменений состав утвержден приказом № 1122/нк от 16.11.2017 г. в количестве 20 человек.

Соискатель Козлов Валерий Анатольевич 1988 года рождения, в 2011 году успешно окончил ФГБОУ ВО "Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ им. Н.Э. Баумана) по специальности "Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов" (диплом ВСГ 5750416). С 2011 по 2014 год обучался в очной аспирантуре ФГБУН Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН (ИОФАН) по специальности 01.04.21 – «Лазерная физика».

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО МГТУ им. Н.Э. Баумана Министерства науки и высшего образования.

Научный руководитель – профессор, доктор физико-математических наук, ФГБОУ ВО МГТУ им. Н.Э. Баумана Бункин Николай Федорович.

Официальные оппоненты:

Лобышев Валентин Иванович – доктор физ.-мат. наук по специальности 03.01.02 – «Биофизика», профессор, ФГБОУ ВО Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (МГУ имени М.В. Ломоносова), профессор кафедры Биофизики Физического факультета;

Чернега Николай Владимирович – доктор физ.-мат. наук по специальности 01.04.05 – «Оптика», доцент, ФГБУН «Физический институт им. П.Н. Лебедева» РАН (ФИАН), в.н.с. лаборатории «Когерентная оптика», дали положительные отзывы на диссертацию и автореферат.

Ведущая организация – ФГБУН Институт спектроскопии Российской академии наук (ИСАН), в своем положительном заключении, подписанном д.ф.-м.н., зав. лаб. Оптики и спектроскопии нанообъектов, профессором Ю.Г. Вайнером, утвержденным директором ФГБУН ИСАН, д.ф.-м.н. В.Н. Задковым, отмечают, что по актуальности поставленных задач, объему использованного фактического материала, уровню выполнения исследований, достоверности полученных результатов, научной новизне и практической значимости, представленная диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

Соискатель имеет 11 опубликованных научных работ по теме диссертации, в том числе 6 в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Бункин Н.Ф., Игнатьев П.С., Козлов В.А., Суязов Н.В., Шкирин А.В., Атаходжаев И.А. Коэффициент преломления воды и водных растворов в оптическом диапазоне частот вблизи ионообменной мембраны из нафiona // Биофизика. 2012. Т. 57. Вып. 6. С. 945–964.
2. Бункин Н.Ф., Горелик В.С., Козлов В.А., Шкирин А.В., Суязов Н.В. Исследование фазовых состояний воды вблизи поверхности полимерной мембраны. Эксперименты по фазовой микроскопии и

- люминесцентной спектроскопии // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 2014. Т. 146. № 5. С. 1051-1061.
3. *Bunkin N.F., Kozlov V.A., Suyazov N.V., Aliyev I.N., Molchanov I.I., Abdullayev S.A., Belosludtsev K.N., Astashev M.E., Gudkov S.V.* Investigation of the Phase States of Aqueous Salt Solutions near a Polymer Membrane Surface // *Physics of Wave Phenomena*. 2015. V. 23. No. 4. P. 255–264.
 4. *Bunkin N. F., Lyakhov G. A., Kozlov V. A., Shkirin A. V., Molchanov I. I., et al.* Time Dependence of the Luminescence from a Polymer Membrane Swollen in Water: Concentration and Isotopic Effects // *Physics of Wave Phenomena*. 2017. V. 25. P. 259 – 271.
 5. *Bunkin N.F., Kozlov V.A., Shkirin A.V., Ninham B.W., Balashov A.A., Gudkov S.V.* Dynamics of Nafion membrane swelling in H₂O/D₂O mixtures as studied using FTIR technique // *The Journal of Chemical Physics*. 2018. V. 148. N. 124901.
 6. *Бункин Н.Ф., Балашов А.А., Шкирин А.В., Горелик В.С., Применко А.Э., Молчанов И.И., Ву М.Т., Боликов Н.Г., Береза И.С., Асташев М.Е., Гудков С.В., Козлов В.А.* Исследование эффектов дейтерозамещения в полимерной мембране с помощью ИК Фурье-спектрометрии // *Оптика и спектроскопия*. 2018. Т. 125. В. 3. С. 324-329.

Все вышеперечисленные опубликованные работы полностью соответствуют теме диссертационной работы и отражают её содержание. Автором проведены экспериментальные исследования процесса набухания протонообменной мембраны Нафион в воде с различным содержанием дейтерия методами фотолюминесцентной и ИК-Фурье спектроскопии. Было показано, что разработанная методика фотолюминесцентной спектроскопии и Фурье ИК-спектрометрии позволяет различить изотопические эффекты, проявляющиеся при вымачивании Нафиона в воде с различным содержанием дейтерия на уровне нескольких десятков ppm. Фотолюминесценция Нафиона при облучении в ближнем УФ-диапазоне обусловлена наличием концевых сульфогрупп на полимерных частицах. Интенсивность люминесценции на определенной длине волны (например, в спектральном максимуме) пропорциональна объемной плотности таких частиц. В процессе набухания Нафиона в воде объемная плотность полимерных частиц на границе с водой описывается набором сменяющих друг друга затухающих по времени экспоненциальных функций. Определены времена затухания и длительности релаксационных режимов в зависимости от содержания дейтерия. Показано, что при погружении Нафиона в воду происходит "прораствание" полимерных волокон в объем жидкости. Эффект контролируется содержанием дейтерия и

проявляется в наибольшей степени при $10^2 < C < 10^3$ ppm. Независимым подтверждением эффекта является наличие минимума коэффициента пропускания Нафиона на длине волны $\lambda = 1.92$ мкм в этой же области содержаний дейтерия. Данные измерений размера области прорастания и коэффициента пропускания антикоррелируют друг с другом с коэффициентом ранговой антикорреляции Спирмена ≈ -0.66 . Автором было установлено, что спектры пропускания образцов воды с содержанием дейтерия $3 < C < 10^4$ ppm в спектральном диапазоне $1.8 < \lambda < 2.2$ мкм одинаковы в пределах экспериментальной погрешности для кюветы с размером 90 мкм. В то же время, спектры пропускания воды с таким же содержанием дейтерия, которая находится внутри нанометровых пор Нафиона, отличаются друг от друга. Таким образом, в экспериментах по Фурье ИК-спектromетрии проявляется эффект "конфайнмента" (confinement). Обнаружен новый диффузионный режим, при котором происходит изотопное замещение молекул связанной воды, находящейся в замкнутых нанометровых полостях в мембране Нафиона; измерен коэффициент диффузии для такого режима, который оказался равен $6 \cdot 10^{-11}$ см²/сек.

В диссертационный совет поступили 3 отзыва на автореферат. Все отзывы положительные, содержат следующие замечания:

1. Михалевич Владислав Георгиевич, д.ф.-м.н., ВРИО руководителя научного направления, ФГБУН ИОФАН: – без замечаний.
2. Чайков Леонид Леонидович, к.ф.-м.н., в.н.с. ФГБУН ФИАН: – при проверке гипотезы о том, что роль люминесцентных центров играют сульфогруппы, автор не дает никаких комментариев о сдвиге спектра Нафиона, растворенного в изопропанолe, по сравнению со спектрами водных растворов гепарина и хондроитинсульфата; – Интересно было бы увидеть концентрационные зависимости времён затухания люминесценции, пример которой приведен на рис. 4, но в автореферате они не приведены.
3. Пупырев Павел Дмитриевич, к.ф.-м.н., н.с. Научного центра волновых исследований ФГБУН ИОФАН: – На рисунке 2 автореферата автор приводит спектр сигнала люминесценции для различных веществ, содержащих сульфогруппы. На мой взгляд, было бы полезно привести спектр люминесценции тефлона, который является каркасом мембраны Нафион и не содержит сульфогруппы.

На все замечания соискатель в процессе защиты дал аргументированные ответы. Во всех отзывах отмечается, что по своей актуальности, новизне и практической значимости диссертационная работа Козлова В.А. на тему «Разработка экспериментальной установки и методик исследования изотопических эффектов при набухании протонообменной мембраны в смесях $H_2O - D_2O$ на основе фотолюминесцентной и инфракрасной Фурье-спектроскопии» является законченным научным трудом, имеющим важное научное и практическое значение. По широте научных исследований представленный автореферат соответствует требованиям п. 9 «Положение о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Козлов Валерий Анатольевич достоин присуждения искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обусловлен следующим:

Доктор физико-математических наук Лобышев В.И. является высококвалифицированными специалистами в области биологических эффектов в воде с различным изотопным составом, а доктор физико-математических наук Чернега Н.В. является ведущим специалистом по оптической люминесценции и физики наночастиц.

Сотрудники ФГБУН Институт спектроскопии Российской академии наук (ИСАН), где была заслушана диссертационная работа и был подготовлен отзыв, хорошо знакомы с тематикой диссертационной исследования, работают в этой области и имеют публикации по темам, близким к теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработаны и практически реализованы методы люминесцентной спектроскопии в геометрии скользящего падения, а также методика исследования процесса набухания мембран, основанная на Фурье ИК спектроскопии. Разработанные методы позволяют изучать изотопические эффекты, возникающие при набухании Нафиона в воде с различным содержанием дейтерия. Полученные новые фундаментальные знания могут найти применение в низкотемпературной водородной энергетике, а также в биофизике.

Оценка достоверности результатов исследования показала, что полученные в работе экспериментальные результаты согласуются с ранее опубликованными данными, полученными другими методами.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в процессе всех выполненных исследований, участии в экспериментальных исследованиях, моделировании и интерпретации полученных результатов, личном участии в апробации результатов исследований на научных конференциях, в подготовке и написании статей.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, непротиворечивой методологической платформой, концептуальностью и взаимосвязи выводов.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой научно-квалифицированную работу, соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ.

На заседании 31 октября 2018 год диссертационный совет принял решение присудить Козлову Валерию Анатольевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, их них – 9 докторов физ.-мат. наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики», участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против нет, недействительных нет.

Председатель диссертационного совета,
Академик РАН, профессор, д.ф.-м.н

Пустовойт В.И.

Ученый секретарь диссертационного совета,
к.ф.-м.н.

Великовский Д.Ю.

Подписи Пустовойта В.И. и Великовского Д.Ю. заверяю
Ученый секретарь НТЦ ИО РАН,
д.ф.-м.н.



Коваленко И.Б.

«02» ноября 2018 года.