

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.023.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 09 октября 2017 года № 42

О присуждении Бернацкому Антону Владиславовичу, гражданину России, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация "Спектроскопические методы детектирования примесей молекул воды и их производных в плазме инертных газов электровакуумных установок" по специальности 01.04.05 – "Оптика" принята к защите 19 июня 2017 года, протокол № 40, диссертационным советом Д 002.023.03, созданным 11 апреля 2012 года приказом № 105/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, 119991, ГСП-1, Москва, Ленинский проспект, д. 53 (ФИАН).

Соискатель Бернацкий Антон Владиславович, 1989 года рождения, в 2012 году окончил Физический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования (МГУ), по специальности "Физика". С 18 мая 2012 года зачислен в очную аспирантуру ФИАН. Успешно окончил обучение в аспирантуре 17 мая 2016 года. Учёбу в МГУ и в очной аспирантуре ФИАН Бернацкий А.В. совмещал с работой в Отделе оптики низкотемпературной плазмы Отделения оптики ФИАН с 2011 года. После окончания аспирантуры был зачислен по конкурсу на должность младшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена в Отделе оптики низкотемпературной плазмы Отделения оптики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Очкин Владимир Николаевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, Отделение оптики, Отдел оптики низкотемпературной плазмы, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

1. Лебедев Юрий Анатольевич, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией "Плазмохимия и физикохимия импульсных процессов" Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук;

2. Трушкин Николай Иванович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Отдела низкотемпературной плазмы акционерного общества "Государственный научный центр Российской федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований"

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ" (НИЯУ МИФИ), город Москва, в своём положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук, профессором Курнаевым Валерием Александровичем, заведующим кафедрой "Физика плазмы" (№ 21) и доктором физико-математических наук, профессором Кудряшевым Николаем Алексеевичем, председателем совета по аттестации и подготовке научно-педагогических кадров НИЯУ МИФИ и утвержденном и.о. ректора НИЯУ МИФИ доктором физико-математических наук, профессором

Нагорновым Олегом Викторовичем, указала, что соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 8 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международной базе данных Web of Science.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. А.В. Бернацкий, В.Н. Очкин, О.Н. Афонин, А.Б. Антипенков. Измерение концентраций молекул воды в плазме с помощью комбинации спектральных и зондовых методов // Физика плазмы. 2015, т. 41, № 9, с. 767-777. DOI: 10.7868/S0367292115090036;

2. А.В. Бернацкий, В.Н. Очкин, Р.Н. Бафоев, А.Б. Антипенков. Динамика плотности молекул воды в разрядной камере, заполненной влажным газом при низком давлении // Физика плазмы. 2016, т. 42, № 10, с. 949-954. DOI: 10.7868/S0367292116100012;

3. A.V. Bernatskiy, V.N. Ochkin, I.V. Kochetov. Multispectral actinometry of water and water derivate molecules in moist inert gas discharge plasmas // Journal of Physics D: Applied Physics. 2016, V. 49, No. 39, 395204 (10pp). DOI: 10.1088/0022-3727/49/39/395204;

4. A.V. Bernatskiy, V.V. Lagunov, V.N. Ochkin, S.N. Tskhai. Study of water molecule decomposition in plasma by diode laser spectroscopy and optical actinometry methods // Laser Physics Letters. 2016, V. 13, No. 7, 075702 (4pp). DOI: 10.1088/1612-2011/13/7/075702;

5. A.V. Bernatskiy, V.N. Ochkin. Detection of water molecules in inert gas based plasma by the ratios of atomic spectral lines // Plasma Sources Science and Technology. 2017, V. 26, No. 1, 015002 (5pp). DOI: 10.1088/0963-0252/26/1/015002.

На автореферат диссертации поступили отзывы от доктора физико-математических наук Григорьян Галины Михайловны, ведущего научного сотрудника Физического факультета Федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» и кандидата физико-математических наук Рыжиковой Юлии Владимировны, ведущего научного сотрудника кафедры "Оптики, спектроскопии и физики наносистем" Физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова".

В отзыве на автореферат доктора физико-математических наук Григорьян Г.М. отмечается, в качестве одного из важных достижений работы, создание метода мультиспектральной актинометрии плазмы, в рамках которого производится самосогласованный учёт тушения излучающих состояний в плазме заранее неизвестного химического состава, отмечается важная практическая направленность работы. В отзыве на автореферат кандидата физико-математических наук Рыжиковой Ю.В. отмечается, что результаты, относящиеся к расширению возможностей методов оптической актинометрии для измерения малых газовых составляющих в химически многокомпонентной плазме, являются весьма ценными. В отзыве отмечено, что диссертация могла бы содержать общие рекомендации к постановке последующих исследований в условиях в большей степени соответствующих работе реальных реакторов. В отзывах Григорьян Г.М. и Рыжиковой Ю.В. указывается, что соискатель Бернацкий А.В. заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – "Оптика".

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием признанных достижений в области оптики.

Диссертационный совет отмечает следующие результаты, на основании выполненных соискателем исследований:

1. Предложен, физически обоснован и реализован метод измерений абсолютных концентраций молекул водяного пара в неравновесной плазме с помощью комбинации абсолютных оптических и зондовых измерений.

Метод использует излучение в спектре "горячих" радикалов гидроксила с быстрым вращением, образующихся при диссоциативном возбуждении H_2O . Достигнута чувствительность к определению концентраций молекул воды $2 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$, что позволяет обнаруживать потоки молекул воды в вакуумную камеру на уровне $5 \cdot 10^{-8} \text{ Па} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$.

2. Расширены возможности оптической актинометрии за счет использования нескольких основных и промежуточных актинометров. Созданный подход позволяет производить самосогласованный учет тушения излучающих состояний при столкновениях частиц в плазме заранее неизвестного химического состава.

3. Установлено, что наличие в объёме локального плазменного источника существенным образом меняет динамику поведения плотности паров воды. Это связано с появлением новых активных частиц в неравновесных процессах плазмохимического разложения исходных молекул.

4. Показано, что молекулы воды, проникающие в плазму, испытывают глубокую диссоциацию, 96-98%, как в полой катоде, так и в положительном столбе тлеющего разряда (в диапазоне плотностей токов разряда $1\text{-}30 \text{ мА/см}^2$). Молекулы воды преобразуются преимущественно в молекулы водорода и кислорода, при этом концентрации атомов, радикалов и многоатомных молекул на несколько порядков ниже.

Указанные результаты получены А.В. Бернацким лично или при его непосредственном участии.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования разработанных методов диагностики на различных исследовательских и промышленных установках, в том числе на токамаках типа ИТЭР, для контроля за поступлением примесей во внутренний объем камеры и для контроля за герметичностью охлаждающих контуров.

Достоверность результатов, представленных в работе А.В. Бернацкого, обеспечивается применением современного оборудования и методов

измерений. Многократно воспроизводимые экспериментальные результаты, полученные на разных установках, находятся в соответствии между собой и с теоретическим обоснованием.

Научная новизна полученных результатов обусловлена тем, что разработанные подходы к детектированию компонент газоразрядной плазмы предложены впервые.

В диссертационной работе решена задача разработки высокочувствительных спектральных эмиссионных методов измерений концентраций малых атомно-молекулярных составляющих плазмы и их потоков, что имеет важное значение для развития оптики.

На заседании 09 октября 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Бернацкому Антону Владиславовичу учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.05 (Оптика), участвовавшие в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета,
академик, д.ф.-м.н.

Крохин Олег Николаевич

Учёный секретарь
диссертационного совета,
д.ф.-м.н.

Золотько Александр Степанович