

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора физико-математических наук Степанова Евгения Валерьевича на диссертацию Лагунова Владимира Владимировича "Количественная спектроскопия молекул воды и кислорода, участвующих в объемных и гетерогенных процессах в газе и плазме", представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 – Оптика.

Диссертация Лагунова Владимира Владимировича "Количественная спектроскопия молекул воды и кислорода, участвующих в объемных и гетерогенных процессах в газе и плазме" посвящена разработке и использованию методов диодной лазерной спектроскопии слабого поглощения во внешнем резонаторе для диагностики объемных и гетерогенных процессов в плазме тлеющего разряда. Актуальность работы связана с наличием потребности в новых неинвазивных и высокочувствительных методах количественного анализа компонентного состава плазмы с временным разрешением. Спецификой развиваемого в работе подхода является использование двухканального метода измерений, необходимость в котором продиктована задачами диагностики динамики концентраций частиц, связанной с их взаимным превращением под действием разряда.

Диссертация Лагунова В.В. состоит из введения, шести глав, заключения двух приложений, а также списка литературы, содержащего 107 ссылок на первоисточники. Общий объем диссертации – 136 страниц, включая 34 рисунка и 6 таблиц.

Во введении диссертационной работы представлены: обоснование актуальности исследования, постановка его цели и задач, описание научной новизны и практической значимости полученных результатов. Также сформулированы основные положения, выносимые на защиту, и приведены сведения об апробации работы.

Первая глава посвящена описанию экспериментального комплекса. Его центральным элементом является разработанный двухканальный диодный лазерный спектрометр на основе резонатора с неосевой юстировкой, который позволяет с высоким разрешением и чувствительностью изучать динамику концентраций частиц в плазме. Также подробно охарактеризованы конструкция разрядной трубки, система управления газовыми потоками и вспомогательное оборудование.

Во второй главе исследуется явление искажения форм линий поглощения, возникающее в высокодобротном резонаторе при перестройке частоты зондирующего лазерного излучения. Разработана физическая модель, интерпретирующая наблюдаемые

расчетная схема, позволяющая определить степень искажений на этапе проектирования оптической системы.

Показано, что в тлеющих разрядах пониженного давления в трубках решающую роль в установлении объемной концентрации нейтральных компонент плазмы играют процессы на стенке, которые в свою очередь тесно связаны с явлениями адсорбции и десорбции частиц на поверхности.

Показано, что метод абсолютных измерений с помощью диодной лазерной спектроскопии может служить реперным для других относительных методов диагностики компонентного состава плазмы.

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждается использованием современного оборудования, выполнением необходимых процедур калибровки, высокой воспроизводимостью результатов измерений, взаимной согласованностью экспериментальных данных, получаемых при помощи разных диагностических методов, а также соответствием между собой результатов измерений и моделирования.

Результаты работы апробированы на большом количестве научных конференций и были опубликованы в 14 статьях в высокорейтинговых научных журналах, индексируемых в базах Scopus и Web of Science.

Работа не лишена и некоторых недостатков:

1. Обзор литературы, касающейся методологии и истории становления диодной лазерной спектроскопии представляется недостаточно полным.

2. В главе 2 для определения частотной шкалы в получаемых спектрах используется калибровочная кривая, изображенная на рис. 2.2. На наш взгляд ее использование достаточно лишь для начальной привязки и идентификации регистрируемых аналитических линий. Указание абсолютных частот во всех последующих спектрах кажется излишним, поскольку мгновенная частота генерации лазера при перестройке все равно является функцией времени и ее точное абсолютное значение не имеет большого значения.

3. В главе 2 в разделе, связанном с искажением контуров линий поглощения при быстром сканировании лазерной частоты, на графиках детектируемый сигнал представлен как функция волнового числа. Это создает ложное представление о динамике наблюдаемого во времени процесса, поскольку оптическая частота уменьшается со временем. Для большей ясности можно было бы представить спектры так, как они реально регистрировались в эксперименте.

расчетная схема, позволяющая определить степень искажений на этапе проектирования оптической системы.

Показано, что в тлеющих разрядах пониженного давления в трубках решающую роль в установлении объемной концентрации нейтральных компонент плазмы играют процессы на стенке, которые в свою очередь тесно связаны с явлениями адсорбции и десорбции частиц на поверхности.

Показано, что метод абсолютных измерений с помощью диодной лазерной спектроскопии может служить реперным для других относительных методов диагностики компонентного состава плазмы.

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждается использованием современного оборудования, выполнением необходимых процедур калибровки, высокой воспроизводимостью результатов измерений, взаимной согласованностью экспериментальных данных, получаемых при помощи разных диагностических методов, а также соответствием между собой результатов измерений и моделирования.

Результаты работы апробированы на большом количестве научных конференций и были опубликованы в 14 статьях в высокорейтинговых научных журналах, индексируемых в базах Scopus и Web of Science.

Работа не лишена и некоторых недостатков:

1. Обзор литературы, касающейся методологии и истории становления диодной лазерной спектроскопии представляется недостаточно полным.

2. В главе 2 для определения частотной шкалы в получаемых спектрах используется калибровочная кривая, изображенная на рис. 2.2. На наш взгляд ее использование достаточно лишь для начальной привязки и идентификации регистрируемых аналитических линий. Указание абсолютных частот во всех последующих спектрах кажется излишним, поскольку мгновенная частота генерации лазера при перестройке все равно является функцией времени и ее точное абсолютное значение не имеет большого значения.

3. В главе 2 в разделе, связанном с искажением контуров линий поглощения при быстром сканировании лазерной частоты, на графиках детектируемый сигнал представлен как функция волнового числа. Это создает ложное представление о динамике наблюдаемого во времени процесса, поскольку оптическая частота уменьшается со временем. Для большей ясности можно было бы представить спектры так, как они реально регистрировались в эксперименте.

4. На с.109 в результате 1 указана неверная длина волны для одной из полос поглощения, 392 вместо 1392 нм.

Сделанные замечания, однако, не влияют на основные выводы и результаты работы и не уменьшают высокий уровень проведенного научного исследования.

Заключение.

На основании полученных диссертантом результатов, сделанных выводов и выдвинутых научных положений следует считать, что поставленная цель исследований успешно достигнута. Диссертационная работа Лагунова Владимира Владимировича выполнена на высоком научном уровне, в ней получены новые результаты, имеющие научную и практическую значимость. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Полученные результаты опубликованы в научных рецензируемых журналах. Автореферат правильно отражает основные результаты диссертации.

Диссертация Лагунова Владимира Владимировича «Количественная спектроскопия молекул воды и кислорода, участвующих в объемных и гетерогенных процессах в газе и плазме» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, удовлетворяющую всем требованиям к кандидатским диссертациям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 года, а ее автор, Лагунов Владимир Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 - «Оптика».

Официальный оппонент:

И.о. заведующего отделом молекулярной физики и диагностики,
главный научный сотрудник

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Федеральный исследовательский центр

«Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук»

доктор физико-математических наук,

профессор

Степанов Евгений Валерьевич

119991, Россия, Москва, ул. Вавилова, д. 38,

e-mail: ~~eugenes~~stepanov@yandex.ru, +7(499)503-87-34.

20.05.2025

Список основных публикаций официального оппонента доктора физико-математических наук Степанова Е.В. по тематике диссертации Лагунова В.В. "Количественная спектроскопия молекул воды и кислорода, участвующих в объемных и гетерогенных процессах в газе и плазме" за последние 5 лет

1. E. V. Stepanov, V. K. Konyukhov, S. M. Pershin. Laser Analysis of the Evaporation Dynamics of Water Spin Isomers // *Physics of Wave Phenomena*. – 2024. – Vol. 32, No. 3. – P. 241-248. – DOI 10.3103/S1541308X24700225.
2. V. V. Andreev, M. Yu. Arshinov, B. D. Belan et al. Tropospheric Ozone Concentration in Russia in 2023 // *Atmospheric and Oceanic Optics*. – 2024. – Vol. 37, No. 6. – P. 849-864. – DOI 10.1134/S1024856024701112.
3. V. V. Andreev, V. K. Konyukhov, E. V. Stepanov. Ozone and its precursors dynamics in the megapolis atmospheric surface layer at radiation fog // *Laser Physics Letters*. – 2023. – Vol. 20, No. 9. – P. 095602. – DOI 10.1088/1612-202x/ace9c9.
4. E. V. Stepanov, I. A. Shcherbakov. Physicochemical Methods of Studying Hydrogen Peroxide for Biomedical Applications // *Physics of Wave Phenomena*. – 2023. – Vol. 31, No. 2. – P. 92-97. – DOI 10.3103/S1541308X23020103.
5. V. V. Andreev, M. Yu. Arshinov, B. D. Belan et al. Tropospheric Ozone Concentration in Russia in 2022 // *Atmospheric and Oceanic Optics*. – 2023. – Vol. 36, No. 6. – P. 741-757. – DOI 10.1134/s1024856023060040.
6. E. V. Stepanov, V. T. Ivashkin. Laser analysis of the exhaled air isotope composition in diagnosing nosologically different H. pylori-associated diseases // *Laser Physics*. – 2022. – Vol. 32, No. 8. – P. 084005. – DOI 10.1088/1555-6611/ac732e.
7. E. V. Stepanov, A. N. Glushko, V. K. Konyukhov, D. A. Lapshin. Soft- and hardware platform for spectral analysis systems based on tunable semiconductor lasers // *Laser Physics*. – 2022. – Vol. 32, No. 8. – P. 084007. – DOI 10.1088/1555-6611/ac7330.
8. V. K. Konyukhov, E. V. Stepanov. Two states of liquid water with a qualitative difference in behavior of saturated vapor pressure // *Laser Physics*. – 2022. – Vol. 32, No. 8. – P. 084010. – DOI 10.1088/1555-6611/ac7335.
9. E. V. Stepanov, V. V. Andreev, L. V. Konovaltseva, S. G. Kasoev. Surface Ozone in the Atmosphere of Moscow during the COVID-19 Pandemic // *Atmospheric and Oceanic Optics*. – 2022. – Vol. 35, No. 6. – P. 732-740. – DOI 10.1134/s1024856022060252.
10. A. I. Dyachenko, E. V. Stepanov, Y. A. Shulagin. Monitoring of Fast Variations in the Content of Endogenous CO in Exhaled Air by Methods of Diode Laser Spectroscopy // *Optics and Spectroscopy*. – 2021. – Vol. 128, No. 7. – P. 1048-1059. – DOI 10.1134/S0030400X21010197.