

О т з ы в

официального оппонента доктора физико-математических наук, Л.А. Сурина на диссертацию Юрия Ивановича Баранова «**Экспериментальное исследование индуцированного и континуального поглощения ИК-радиации основными атмосферными газами**», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика

Диссертационная работа Ю. И. Баранова посвящена экспериментальным исследованиям параметров и характеристик индуцированных спектров азота, кислорода и углекислого газа, а также изучению континуума водяного пара в окнах прозрачности атмосферы 10 и 3.5 мкм.

Актуальность и практическая значимость этой работы не вызывают сомнений. Здесь достаточно указать, что водяной пар играет ключевую роль в радиационных процессах в атмосфере Земли и является основным «парниковым» газом, во многом определяющим температурный баланс и климат нашей планеты. Как следует из рецензируемой работы, обычно используемые в моделировании этих процессов полуэмпирические модели континуума отличаются от результатов измерений и требуют доработки. В дополнение можно отметить, что полученные с высоким качеством профили и интенсивности индуцированных спектров представляют большой фундаментальный интерес для развития теории индуцированного поглощения. В настоящее время эта теория, базирующаяся на принципах классической электроиндукции и классических траекторий движения частиц, не объясняет остаточные волнообразные структуры в контурах полос азота и кислорода. Эти структуры коррелируют с положением запрещенных переходов и указывают на существование «квантовой составляющей» в механизмах возникновения индуцированных спектров. В этом контексте следует также подчеркнуть то, что некоторые, полученные с участием автора экспериментальные данные включены в широко известную базу данных HITRAN в раздел, посвященный столкновительно-индуцированным спектрам. Это является веским аргументом, подтверждающим актуальность и практическую значимость представленной диссертации.

Новизна работы Ю.И. Баранова подтверждается множеством приведенных в ней оригинальных экспериментальных фактов. Это, во-первых, результаты измерений, полученные по сравнению с предыдущими работами с более высокой точностью и в более широких диапазонах экспериментальных условий. Во-вторых, впервые обнаруженные (экспериментально выделенные) спектральные структуры, принадлежащие стабильным димерам $(\text{CO}_2)_2$ в области Ферми-дублета и его обертона. В-третьих, выявление факта значительного влияния водяного пара на поглощение в области основной индуцированной полосы азота. Существенный элемент новизны заключается в предложенной интерпретации континуума. Но наиболее ярким примером, на мой взгляд, является результат исследования влияния углекислого газа на спектр поглощения в области основной индуцированной полосы кислорода. Представленные в диссертации контуры «смешанного» поглощения в этой полосе (стр. 104, Рис. 4.21) содержат отчетливо видную полосу стабильного димера $\text{CO}_2 \dots \text{O}_2$ и являются замечательным объектом для теоретического моделирования с целью структуризации и выделения в спектре «зон ответственности» стабильных и метастабильных димеров, а также состояний несвязанных молекулярных пар при различных температурах. Такое моделирование, безусловно, обогатило бы дискуссию о роли метастабильных состояний молекулярных пар в формировании континуума водяного пара. К сожалению, упомянутый рисунок не включен Ю.И. Барановым в автореферат.

Тем не менее, можно с уверенностью констатировать, что поставленные автором цели по получению новых и (или) более точных экспериментальных данных о столкновительно-индуцированных спектрах и континууме водяного пара в широком диапазоне экспериментальных условий полностью достигнуты.

Конечно, диссертационная работа Ю.И. Баранова является преимущественно экспериментальным исследованием. Основные главы диссертации включают технику эксперимента (Глава 2), методику обработки спектров (Глава 3), экспериментальные исследования столкновительно-индуцируемого поглощения ИК-радиации кислородом, азотом, углекислым

газом при различных температурах (Глава 4) и исследования континуального поглощения чистым водяным паром (Глава 5) и водяным паром в смеси с азотом (Глава 6) в окнах прозрачности атмосферы 10 и 4 мкм при различных температурах. Однако, содержащийся в диссертации интерпретационный раздел (Глава 7), в котором обсуждается проблема происхождения континуума водяного пара, также представляется достаточно важным. Заключение автора о существовании слабого «не связанного с линиями дискретных переходов» континуума в любой разрешенной полосе молекулярных спектров является серьезным научным вызовом для специалистов, работающих в области моделирования контуров этих спектров.

Полученные автором результаты будут востребованы при решении научных и практических задач в области теории молекулярных спектров, физики атмосферы, атмосферной спектроскопии и климатологии институтами Российской Академии наук (ИФА, ИСАН, ИОА, ИКИ), учреждениями высшего образования (СПбГУ, МФТИ, МГУ, Томский ГУ) организациями Росгидромета (ГГО, НПО «Тайфун», Гидрометцентр РФ), и рядом других учреждений. Эти результаты восполняют многие пробелы в существующей системе знаний и заметно расширяют экспериментальный базис для развития теоретических исследований, что определяет **научную значимость** диссертационной работы.

Достоверность представленных в ней экспериментальных результатов определяется хорошо отработанными технологиями проведения измерений, их статистической обеспеченностью, детальным сравнением с литературными данными из других источников.

Оценивая диссертационную работу Ю.И. Баранова в целом положительно, можно сделать несколько частных замечаний:

1. Во Введении на стр. 8 при описании индуцированных спектров поглощения автор одновременно называет их «континуальными», тем самым изначально вкладывая определенный смысл в природу континуального поглощения, хотя интерпретация континуума как столкновительно-

индуцированного спектра является предметом дальнейшей дискуссии в Главе 7.

2. В Первой главе следовало бы упомянуть кратко многочисленные и достаточно подробные исследования индуцированных спектров водорода.

3. При прочтении Шестой главы диссертации возникает вопрос о причинах неодинаковой статистической обеспеченности данных о смешанном континууме водяной пар – азот в окнах прозрачности 10 и 3.5 мкм. В первом случае результаты получены по 16 сериям измерений при одной температуре. Статистическая погрешность составила при этом около 50%. Число измерений континуума в окне 3.5 мкм при четырех температурах, как следует из Таблицы 6.1, превышает 100. Можно предположить, что нехватка времени не позволила автору вернуться к дополнительным измерениям в области 10 мкм, чтобы получить равнозначные по статистической обеспеченности результаты.

Сделанные выше замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Ю.И. Баранова **«Экспериментальное исследование индуцированного и континуального поглощения ИК-радиации основными атмосферными газами»**. Она представляет собой завершённую научно-квалификационную исследовательскую работу, в которой содержится решение задачи, имеющей большое значение для физики молекулярных спектров, физики атмосферы и климатологии. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы и достоверны.

Автореферат и публикации автора в высоко-рейтинговых ведущих зарубежных и отечественных рецензируемых журналах достаточно полно отражают основное содержание диссертации. Ее текст логично структурирован и грамотно изложен. Диссертационная работа соответствует заявленной специальности 01.04.05 – «Оптика», по которой она представлена к защите.

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что диссертация Баранова Юрия Ивановича по своему содержанию, объёму выполненных исследований, новизне, научной и практической значимости результатов

соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.05 – «Оптика».

Ведущий научный сотрудник
Института спектроскопии РАН,
доктор физико-математических наук,



Л.А. Сурин

Подпись д.ф.-м.н. Л.А. Сурина заверяю.
Ученый секретарь ИСАН, к.ф.-м.н.



Е.Б. Перминов

18.09.2014г.