

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Баранова Юрия Ивановича «Экспериментальное исследование индуцированного и континуального поглощения ИК-радиации основными атмосферными газами», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

Представленные в настоящей работе полученные диссертантом спектры поглощения инфракрасной радиации как отдельными атмосферными газами (кислород, углекислый газ, азот, водяной пар), так и некоторыми смесями этих газов дают новую информацию о количественных характеристиках и параметрах индуцированного и континуального поглощения этих газов в среднем ИК-диапазоне длин волн. Практическая значимость диссертации заключается в том, что указанные результаты имеют, во-первых, самостоятельную научную и практическую ценность, и во-вторых, абсолютно необходимы при решении всей совокупности научных задач физики и оптики атмосферы Земли и других планет, включающих в себя определение характеристик радиационного переноса излучения рассмотренного диапазона длин волн в атмосфере. Таким образом, получение надежных экспериментальных данных о столкновительно-индуцированных спектрах основных атмосферных газов и континууме водяного пара является актуальной и своевременной задачей. Представленные соискателем результаты значительно расширяют экспериментальный базис, необходимый для развития теории индуцированного поглощения. С другой стороны они представляют практический интерес, например в задачах моделирования особенностей распространения излучения в атмосфере при дистанционном, в том числе лазерном зондировании. Эти результаты необходимы при разработке климатических моделей и оценке долговременных тенденций в изменениях климата.

Научная новизна представленных автором результатов заключается в нескольких факторах. Это, прежде всего, получение спектров индуцированного поглощения азота и кислорода в ранее неисследованных диапазонах температур. Это обнаружение существенного влияния углекислого газа на интенсивность индуцированного поглощения в области основной полосы кислорода. Это также предложенная на основе анализа имеющейся информации интерпретация континуума водяного пара, как преимущественно столкновительно-индуцированного спектра поглощения. Хотя эта идея и встречалась в литературе, но оставалась до настоящего времени незамеченной. Достоверность экспериментальных результатов диссертанта обусловлена как анализом и сопоставлением их

с аналогичными результатами других авторов, так и достаточной аргументированностью заключений и выводов.

Диссертационная работа объемом 203 страницы состоит из введения, семи глав, заключения и списка литературы. В ней содержится 82 рисунка, 13 таблиц. Список цитируемой литературы включает 170 наименований, в том числе 22 работы соискателя.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, дается общая характеристика работы, формулируется цель и основные задачи исследования. Также приводятся положения, выносимые на защиту, раскрывается научная новизна результатов, определяется научная и практическая значимость работы.

В первой главе в диссертации представлен краткий обзор современного состояния исследований индуцированного и континуального поглощения основными атмосферными газами.

Во второй главе приводится развернутое описание трех экспериментальных установок, использованных автором в разное время. Следует отметить его непосредственный, личный вклад в разработку или совершенствование этих установок. Одна из них - установка в Институте экспериментальной метеорологии НПО Тайфун была изготовлена и собрана непосредственно автором.

В третьей главе излагается методика компьютерной обработки полученных спектров поглощения атмосферных газов. Приводятся основные соотношения для так называемого полинейного расчета спектров, рассматривается метод коррекции базовой линии и очень кратко соответствующее программное обеспечение.

В четвертой главе диссертации приводятся результаты экспериментальных исследований профилей и интенсивностей столкновительно-индуцированного поглощения кислорода, азота, углекислого газа и смеси кислорода с углекислым газом. В выполненных экспериментах достаточно подробно исследовалась зависимость коэффициентов поглощения и интегральной интенсивности от плотности газов и температуры, которая изменялась в широких пределах. Для кислорода и азота полученные диссертантом температурные зависимости абсолютной интегральной интенсивностей индуцированной полосы поглощения являются параболическими. Для кислорода, углекислого газа и азота зависимости коэффициентов поглощения от плотности газов – квадратичными. Достаточно подробно рассматривается выделение полос Ферми-триады для углекислого газа. На кривой спектра поглощения после обработки проявляется впервые обнаруженная в эксперименте структура в диапазоне Ферми-триады. Существенный интерес представляют экспериментальные исследования столкновительно-индуцированного поглощения в смеси углекислого газа и кислорода. Абсолютные интегральные интенсивности для смеси

кислорода и углекислого газа значительно превосходят аналогичные данные для чистого кислорода во всем диапазоне температур.

Пятая глава целиком посвящена экспериментальному изучению континуального поглощения ИК-радиации чистым водяным паром в окнах прозрачности атмосферы 10 и 4 мкм при различных температурах. Экспериментально установлено, что температурная зависимость континуума водяного пара в окне прозрачности 10 мкм имеет различный характер. Эта особенность противоречит предположению о «димерном» происхождении континуума. Для окна прозрачности 4 мкм значительные расхождения между экспериментальными данными и данными модели МТ СКД 2.5 требуют дальнейшего совершенствования указанной модели.

В шестой главе для вышеупомянутых окон прозрачности атмосферы исследуется континуальное поглощение ИК-радиации водяным паром в смеси с азотом. В пределах значительных ошибок измерений температурной зависимости смешанного континуального поглощения не обнаружено.

В последней седьмой главе диссертантом предложена интерпретация континуума, как аналога спектров поглощения углекислого газа и азота в дальней ИК-области спектра и в области запрещенных переходов.

По тексту диссертации следует сделать ряд замечаний

1. В главе 7 диссертант указывает на практическую необходимость построения моделей контуров линий поглощения излучения атмосферными газами. В связи с этим непонятно, на каком основании диссертант в главе 4 (стр.89, 90) использует колоколо-образные функции для профилей полос поглощения. Далее он применяет широко известный метод наименьших квадратов для нахождения 8 неизвестных параметров (с какой точностью ?) и также использует коэффициенты K_0 и K_1 для коррекции сдвига и наклона базовой линии. При этом экспериментальные данные брались для 4 выбранных «на глаз» спектральных интервалов. Естественно возникает вопрос, как указанная подгонка скажется на погрешности восстановленных данных.
2. Совершенно не понятна фраза, что погрешность бинарных коэффициентов увеличиваются из-за сужения диапазонов давления водяного пара (стр.115). Почему меньшая относительная погрешность около 22% в центре окна прозрачности 4 мкм связана с более интенсивным (на 40%) поглощением в этом диапазоне (стр.144).
3. Непонятная фраза относительно создания интересного для специалистов технически сложного алгоритма встречается в диссертации на стр. 121. Разработанная на указанном

алгоритме программа производит минимизацию оставшихся пиков. Автору следовало бы кратко пояснить суть указанного алгоритма и особенности программы.

4. В тексте диссертации отдельно говорится о статистических (случайных) и систематических ошибках. Не ясно, каким образом оценивается суммарная ошибка измерений.

5. Английский язык используется не только в подписях к рисункам (к этому уже давно все привыкли), но и во многих приведенных в диссертации таблицах.

В целом, рассматриваемая диссертация выполнена на актуальную тему и на высоком научном уровне, представляет законченную квалификационную работу. В ней на основании проведенных автором экспериментальных исследований убедительно продемонстрировано решение важной научной задачи – получение обширного ряда лабораторных экспериментальных данных по спектральному поглощению основных атмосферных газов. Этот ряд расширяет общий экспериментальный базис для последующего теоретического изучения физических особенностей поглощения излучения в индуцированных спектрах. Обращает на себя внимание косвенное признание научных достижений диссертанта в результатах работ, выполненных ранее в СССР и России. На основании этих результатов Ю.И. Баранов был приглашен на работу за границей в один из ведущих мировых научных центров – Национальный институт стандартов и технологий в США. Значительная часть представленных в диссертации экспериментальных данных была получена там и результаты совместных исследований были опубликованы в ряде престижных высокорейтинговых зарубежных изданий.

Перечисленные замечания и недостатки не имеют принципиального характера и не снижают общую положительную оценку работы. Содержание диссертации соответствует критериям, установленным документами ВАК. Основные выводы и положения, выносимые на защиту, содержательны и обоснованы. Большая часть полученных диссертантом результатов опубликована как в отечественных, так и в зарубежных рецензируемых научных журналах. Результаты, полученные диссертантом, полностью соответствуют специальности 01.04.05 – оптика и представляют определенную научную ценность. Оформление диссертации и автореферата в основном соответствует предъявляемым требованиям. Автореферат соответствует содержанию работы.

Материалы диссертации могут быть полезны широкому кругу специалистов, занимающихся научно-исследовательской работой в области переноса оптического излучения в атмосферах Земли и планет. Результаты целесообразно использовать в ряде учреждений РАН и Росгидромета, в частности, Московском и Санкт-Петербургском

университетах, Институте физики атмосферы имени А.М. Обухова РАН, Институте оптики атмосферы им В.Е. Зуева СО РАН, Институте космических исследований РАН, НПО «Тайфун» Росгидромета, ЦАО Росгидромета и т.д.

Учитывая несомненную актуальность и новизну выполненных исследований, а также практическую значимость полученных результатов, считаю, что диссертационная работа Баранова Ю.И. удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, безусловно, заслуживает присуждения искомой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

Официальный оппонент, профессор, д.ф.-м.н.

Петрушин А.Г.

Подпись Петрушина А.Г. заверяю.

Ученый секретарь Ученого совета ИАТЭ
НИЯУ МИФИ д.ф.-м.н., профессор

Шаблов В.Л.

