

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертацию
Королевой Александры Олеговны
“СПЕКТРОСКОПИЯ ВОДЯНОГО ПАРА В ДАЛЬНЕМ И БЛИЖНЕМ
ИК ДИАПАЗОНАХ ДЛЯ АТМОСФЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ:
ЛИНИИ И КОНТИНУУМ”,**

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – радиофизика

Диссертация А.О.Королевой посвящена исследованию спектров водяного пара в широком интервале частот – от субмиллиметровой области до ближнего ИК диапазона – которые являются одним из основных источников данных о переносе лучистой энергии в атмосфере Земли. Благодаря важности этой тематики она привлекает многочисленные группы исследователей, как в России, так и за рубежом. Несмотря на интенсивное накопление огромного материала по спектральным свойствам газов, образующих земную атмосферу, соответствующие базы данных еще недостаточно полны или не удовлетворяют возрастающим требованиям точности. Задача их создания осложняется разнообразием термодинамических условий, существующих в атмосфере и существенно влияющих на интерпретацию спутниковых измерений.

Водяной пар ответственен за большую часть парникового эффекта в ИК-области частот, величина которого имеет первостепенное значение для экологических прогнозов. Исследования ИК-спектра H_2O осложнены весьма сложной вращательной структурой такого спектра и наличием огромного числа линий, которые легко уширяются как собственным давлением водяного пара, так и давлением основных компонент воздуха – азота и кислорода. Помимо точных спектральных характеристик свободной молекулы воды, для разработки моделей парникового эффекта и расшифровки спутниковых измерений требуются огромные массивы коэффициентов уширения и сдвигов спектральных линий давлением. Актуальной задачей являются также исследования диффузного ИК спектра поглощения, образующего подложку, на которой развивается линейчатая (резонансная) структура ИК-спектра водяного пара. В настоящее время природа такого континуума активно дискутируется, но его теоретическая количественная интерпретация еще не завершена. Для проверки и уточнения существующих моделей континуума требуется накопление экспериментальных данных, что и является одной из задач рецензируемой работы.

Актуальность диссертации А.О. Королевой не вызывает сомнений, равно как и практическая важность работы и значимость полученных результатов для усовершенствования теоретических моделей континуума. Цели и задачи предпринятого исследования четко сформулированы во Введении.

Диссертация состоит из 126 стр., включая Введение, три Главы, Заключение и список литературы. К материалам каждой из глав прилагаются выводы, что облегчает ознакомление с ее содержанием.

В Главе 1 дано обзрение существующих методов моделирования линейчатого спектра и вкладов со стороны бимолекулярного поглощения и континуума. Изложены основы экспериментальных методов (Фурье-спектроскопия (FTS) и внутрирезонаторная спектроскопия (CRDS)), использованных диссертантом для работы в дальнем и ближнем ИК-диапазонах, и проанализированы достоинства и ограничения этих методов.

Глава 2 содержит результаты новых измерений огромного числа резонансных линий вращательного (около 3000 линий) и обертонового спектров (5400 линий) водяного пара, значительная доля которых была зарегистрирована впервые. Эти результаты дают существенные вклады в развитие баз данных HITRAN2020 и W2020. Дан критический анализ погрешностей FTS- и CRDS-измерений.

Если исследования Главы 2 носят, в основном, прикладной характер и предназначены для пополнения и корректировки существующих баз данных, то материалы Главы 3 интересны также и для раздела теоретической спектроскопии, изучающего межмолекулярные взаимодействия. В этой Главе суммируются результаты исследования континуального поглощения в суб- $(15-35 \text{ см}^{-1})$ супер- $(50-500 \text{ см}^{-1})$ терагерцовых диапазонах и в ближней ИК области $(8100-8620 \text{ см}^{-1})$, причем диффузная часть спектра изучена не только для чистого водяного пара, но и для его примеси в азоте, кислороде и воздухе. Полученные данные позволили провести тестирование и модификацию наиболее точной эмпирической модели континуума (модель MT_CKD).

К достоинствам диссертации можно отнести как хороший литературный язык, так и практически полное отсутствие опечаток. Большое количество качественных цветных иллюстраций упрощает понимание материала.

В тексте есть, однако, несколько неточностей. Так на стр. 11 говорится, что “мономолекулярное поглощение совпадает с полным поглощением, если газ идеален, т.е. молекулы не взаимодействуют друг с другом между мгновенными соударениями”. Идеальность газа действительно может быть обеспечена малостью молекулярного размера по сравнению со средним межмолекулярным расстоянием, но она не требует мгновенности удара, длительность которого должна быть лишь много меньше среднего времени между столкновениями. Последнее требование, на мой взгляд, обеспечивает совпадение мономолекулярного и полного поглощения.оборот “отрицательная температурная зависимость континуума” (стр. 28) можно понять лишь из последующего текста. Также следовало бы разъяснить, что имеется в виду под “консервативностью кодов ошибок HITRAN” (стр. 102).

Есть вопросы и к процедуре разделения моно- и бимолекулярного поглощения, для чего контуры резонансов обрезаются на отстройке $\pm 25\text{cm}^{-1}$, а остальная часть крыльев приписывается фону. Признаком последнего, как показано в диссертации, является квадратичная зависимость от плотности. Легко показать, однако, что крыло любой лоренцевской (или квазилоренцевской) линии при отстройках, в несколько раз превышающей собственную полуширину (которая при атмосферном давлении не превышает $1-2\text{cm}^{-1}$), также становится квадратичной функцией давления. По этой причине выбор величины критической отстройки должен быть как-то физически обоснован.

Эти замечания не носят принципиального характера и не затрагивают существа проделанной работы. Она хорошо оформлена и иллюстрирована большим числом рисунков и таблиц.

Диссертационная работа А.О. Королевой носит характер цельного исследования с четко сформулированными целями и обоснованными научными положениями, соответствующими современному уровню теории. Большой объем проделанной работы впечатляет и намного превосходит средний объем кандидатской диссертации. Выводы работы хорошо обоснованы и находятся в полном соответствии с изложенным материалом.

Статьи по теме диссертации опубликованы в высокорейтинговых международных журналах и, как можно заключить из ее текста, свидетельствуют о большом личном вкладе соискателя. Статьи содержат основной

материал диссертации. Результаты работы докладывались и обсуждались на большом числе международных конференций.

Автореферат правильно и полно отражает содержание проделанной работы.

Считаю, что работа А.О. Королевой удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – радиофизика.

Выражаю свое согласие на обработку моих персональных данных, связанных с защитой диссертации

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, доцент,
профессор физического факультета Федерального
государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет»

Коузов Александр Петрович

17.05.2024

Контактные данные:

тел.: 7(812)4287200, e-mail: a.kouzov@spbu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

01.04.05 – «Оптика»

Адрес места работы:

199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9,
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный университет», физический факультет

Подпись А.П. Коузова заверяю
Ученый секретарь физического факультета СПбГУ,
доцент Лезова Александра Андреевна



17.05.2024

