

Отзыв

на автореферат диссертационной работы 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)

Диссертация Баранова Ю.И. посвящена экспериментальному исследованию диффузного поглощения ИК-излучения несколькими важными для радиационного баланса атмосферы Земли газами. Данная тема, несомненно, является актуальной как с точки зрения фундаментальной атмосферной спектроскопии, так и в прикладном аспекте, ввиду значительного влияния рассмотренных газов (H_2O , CO_2 , O_2 , N_2) на поглощение коротковолновой и тепловой радиации в атмосфере.

Будучи хорошо знакомым с научными статьями диссертанта хочу отметить, что данная работа является блестящим экспериментальным исследованием высокого уровня, на результаты которого ссылаются специалисты самых разных стран. Судя по автореферату, в работе дается последовательное и подробное описание методов и экспериментальных установок, использованных автором, подходы и усовершенствования, выполненные им для достижения **результатов международного уровня качества и значимости**. К одному из **наиболее ярких результатов** работы можно отнести обнаружение значительного континуального поглощения водяным паром в окне прозрачности 4 мкм, на порядок и более величины превышающего предсказания модели континуума - МТСКД-2.4, как для случая чистого водяного пара, так и для смеси с азотом. Исследована температурная зависимость этого поглощения при условиях, приближенных к атмосферным. Также, впервые в спектре столкновительно-индуцированного поглощения идентифицированы полосы димеров CO_2 и O_2-CO_2 . **Почти все полученные результаты либо являются совершенно новыми, либо превосходят результаты предыдущих измерений по точности**, иногда в принципиально значимой степени.

Вместе с тем, судя по автореферату, работа имеет **два серьезных недостатка**.

Первый - касается формулировки защищаемых положений. Согласно рекомендациям большинства дис. советов, защищаемые положения «по форме» должны представлять собой «**декларации**, предлагаемые научной общественности и пользователям как **доказанная истина**». К сожалению, у диссертанта это далеко не так. **По форме: 1-е и 3-е** защищаемые положения - это скорее результаты, чем научные декларации. В этом случае диссертанту, как минимум, следовало добавить слово «результаты» в заголовок данного раздела, и как максимум – добавить конкретику, уточняющую - чем именно эти результаты лучше предыдущих. **В 4-м** защищаемом положении (о необходимости существенной корректировки модели континуума МТ_СКД) конкретики не хватает уже принципиально, т.е. оно выглядит как общее утверждение, которое, при этом, часто встречается в современной литературе. **По содержанию: 2-е** защищаемое положение, кажется, не представляет ничего принципиально нового, во всяком случае, согласно описанию главы 3 на стр. 17-19 автореферата. Так называемый «метод цифровой обработки» для извлечения спектра слабоселективного поглощения, предлагаемый автором как нечто новое и заключающийся в «*расчете и удалении вращательной структуры интерферирующих полос*», является весьма очевидным и был, например, использован и описан Берчем еще в 1985 году (Burch, AFGL-TR-85-0036). Разница только в том, что Берч использовал базу линий AFGL и треугольную аппаратную функцию, тогда как диссертант использует современную базу HITRAN и аппаратную функцию в виде контура Гаусса, что не является методически принципиальным различием. Наконец, **5-е** защищаемое положение, тем более в такой общей формулировке, вообще вызывает недоумение, поскольку не доказывается сколь либо строго ни в данной работе, ни в статьях автора, оставаясь, по словам самого диссертанта, лишь «предположением» (стр. 6) или «гипотезой» (стр. 39) о доминирующем вкладе СИП в природу континуума.

Вторым весьма слабым местом работы является **глава 7**, где автор, на мой взгляд, очень упрощенно, «механистически», и часто противоречиво, проводит аналогию между спектром СИП (столкновительно-индуцированного поглощения) бездипольных молекул (CO_2 , N_2) и континуумом водяного пара, пытаясь на этой основе критиковать «димерную гипотезу» континуума. Во-первых, такая простая аналогия не вполне уместна, поскольку и энергия связи и число степеней свободы димера $\text{H}_2\text{O}-\text{H}_2\text{O}$ гораздо выше, чем для N_2-N_2 , CO_2-CO_2 или даже $\text{H}_2\text{O}-\text{N}_2$. Как было показано в работах Вигасина и др. и Schenter и др. (2002), это должно неизбежно вести к гораздо большей доле стабильных и метастабильных димеров в бимолекулярных спектрах водяного пара при комнатных температурах, чем для газов, с которыми диссертант пытается провести прямую аналогию. Во-вторых, автор **не дает достаточно строгого (с учетом нынешних знаний) определения СИП**, а также - не всегда придерживается даже того неоднозначного определения, которое дал. Так, например, при определении понятия СИП на стр. 6 автор отмечает, что «спектральные проявления стабильных димеров **не следует смешивать**» с СИП, а на странице 34 пишет, что рисунок 21 показывает СИП «компоненту основной полосы CO_2 , **включая структуру, принадлежащую стабильному димеру**». Таким образом, из автореферата (как, впрочем, и из соответствующей статьи автора: Baranov and Lafferty, 2012) так и остается неясным – включает автор стабильные и, особенно, метастабильные (квазисвязанные) димеры в понятие «СИП» или нет. В личной переписке диссертант отмечал, что не берется (не хочет) вдаваться в вопрос о том, в какой степени метастабильные димеры могут давать вклад в СИП, но тогда возникает вопрос – почему он при этом берется **противопоставлять СИП и поглощение димерами?**

В итоге, многие утверждения в описании гл. 7 в автореферате противоречивы и спорны. Ниже приведены только некоторые из них.

- Автор ссылается на «общее сходство» спектров СИП CO_2 и N_2 со спектром континуума H_2O **в полосах**, чтобы поставить под сомнение возможность димерной природы континуума, но уже **в окнах прозрачности**. Такое предположение странно вдвойне. Во-первых, природа континуума водяного пара в полосах и в окнах может быть разной. А во-вторых, как было показано в работах А. Вигасина (в том числе с привлечением данных, полученных диссертантом), значительная часть того, что называют «полосами СИП» CO_2 , формируется вероятнее всего как раз **стабильными и метастабильными димерами**, так же как и большая часть континуального поглощения в полосах H_2O (Ptashnik и др., 2004, 2007, 2008, 2011). Поэтому внешнее качественное сходство диффузных полос CO_2 и континуума H_2O , с одной стороны, не является удивительным, а с другой – никак **не может быть основанием для отрицания димерной природы континуума, а скорее даже наоборот**.
- Апелляция автора к температурной зависимости спектров СИП для критики димерной гипотезы континуума воды (стр. 33) - некорректна. Либо количественно, либо качественно температурная зависимость self- и foreign континуума (включая особенности, обнаруженные диссертантом), как в окне 8-12 мкм, так и в полосах ближнего ИК, была описана в рамках димерной модели в работах Vigasin и др. (JQSRT, 2000; доклад в Праге, 2008), Cormier и др. (J.Chem.Phys., 2005), Ptashnik и др. (JQSRT-2008, 2011).
- Как было показано в работах Брауна и Типпинга (2003) и Leforestier и др. (2010), в том числе на основе квантово-механических расчетов, ни предсказываемая величина СИП (на несколько порядков меньше континуума), ни его температурная зависимость (гораздо слабее наблюдаемой для self-континуума), не могут описать особенности континуума водяного пара ни в полосах поглощения, ни в окнах прозрачности. Поэтому просто слов диссертанта, что «классическая электростатическая индукция может и не быть исчерпывающим механизмом формирования индуцированных спектров» (стр. 35) явно недостаточно для хоть сколько-нибудь обоснованного опровержения указанных теоретических работ.
- стр. 36: «Предложенная интерпретация континуума водяного пара, находит дополнительные экспериментальные подтверждения...». Представленные диссертантом, действительно интересные, факты об «индуцировании» дополнительного континуального поглощения

водяного пара углекислым газом и наоборот, увы, ничего не доказывают в авторской гипотезе о «СИП природе континуума воды», хотя бы потому, что автор не исследовал чем именно обусловлено это «индуцирование». А может быть оно обусловлено квазисвязанными димерами H_2O-CO_2 ? Автор не приводит ни расчетного спектра этих димеров, ни оценок сечения их поглощения. Само по себе слово «индуцирует», часто используемое автором, еще ничего не говорит о **физическом механизме** этого дополнительного континуального поглощения. Поэтому приписывать его «СИП», не определяя при этом - включены ли в этот СИП, скажем, метастабильные димеры или оно подразумевает только одноразовые сближения молекул, а также, не зная спектра поглощения димеров H_2O-CO_2 , некорректно.

Из менее серьезных замечаний следует отметить, что в описании первой (обзорной) главы в автореферате не упомянуты некоторые ключевые достижения в области экспериментальных и теоретических исследований континуума водяного пара за последние 10-15 лет. Например, в автореферате не упоминается ни одна из важных в исследовании природы континуума воды теоретических работ Вигасина (2000, 2003) и Leforestier и др. (2008, 2010). Также, диссертантом никак не отмечен прогресс, достигнутый в ходе целой серии экспериментальных исследований континуума в **полосах** ИК диапазона (Tobin и др., 1996; Ptashnik и др., 2004, 2008, 2011; Paynter и др., 2007, 2009), приведших в итоге к выявлению димерной природы континуума воды в этих полосах. А ведь именно из сравнения спектров поглощения **полос** на рис. 21 автор пытается делать вывод о природе континуума водяного пара.

Несмотря на отмеченные серьезные замечания, я считаю, что экспериментальная часть работы Баранова Ю.И., составляющая основную часть диссертации, выполнена на блестящем профессиональном уровне, в результате чего получены результаты мирового уровня. Поэтому считаю, что данная работа, в целом, соответствует если не всегда букве, то сути требований ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.05 (оптика).

Ведущий научный сотрудник
Лаборатории атмосферной абсорбционной спектроскопии
Института оптики атмосферы СО РАН,
д.ф.-м.н.

Пташник И.В.
12.09.2014

Ученый секретарь
Института оптики атмосферы СО РАН,
к.ф.-м.-н.



Тихомирова О.В.