

"УТВЕРЖДАЮ"

Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки Институт
физики атмосферы им. А.М.
Обухова Российской академии
наук, член-корреспондент РАН,

И.И. Мохов



Официальный отзыв

на диссертационную работу 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)

Настоящая диссертационная работа посвящена экспериментальному исследованию так называемой бинарной составляющей в ИК спектрах поглощения атмосферных газов. В частности, речь идет о континуальном поглощении водяного пара и столкновительно-индуцированном (точнее было бы сказать бимолекулярном или супермолекулярном) поглощении в областях дипольно-запрещенных полос углекислого газа, кислорода и азота. Эксперименты проводились с использованием Фурье-спектрометров, сопряженных с многопроходными кюветами типа Уайта. Следует сразу подчеркнуть, что за более чем полувековую историю подобных экспериментальных исследований в мире можно насчитать лишь несколько научных коллективов или, тем более, отдельных исследователей, которым удалось получить результаты, вся совокупность которых может быть сопоставлена по своему объему и качеству с тем, что было сделано Ю.И. Барановым в данной области. Безусловно, Ю.И. Баранов проявил себя достойным продолжателем замечательных традиций его Alma mater – кафедры молекулярной спектроскопии Санкт-Петербургского университета, по существу единственного научного учреждения в России, в котором подобные исследования проводились достаточно широко и на общепризнанном мировом уровне. Исследования спектральных эффектов, связанных с межмолекулярными взаимодействиями, представляют, по меньшей мере, двоякий интерес. С одной стороны, имеется сугубо практическая потребность моделировать с высокой точностью, во многих случаях относительно слабое, поглощение в атмосфере Земли или других небесных тел. В

основном такие потребности возникают либо при рассмотрении радиационного баланса атмосфер, либо при решении задач дистанционного зондирования, в особенности когда речь идет о спектральных областях относительной прозрачности атмосферы. Все возрастающие требования к точности подобных задач привели к тому, что данные о бинарных спектрах поглощения включаются в основные базы спектральных данных, например, в актуальную версию HITRAN. С другой стороны, исследования бинарных спектров - это метод, позволяющий охарактеризовать сами межмолекулярные взаимодействия, построить физические модели и способы расчета межмолекулярных возмущений и их спектральных проявлений. Актуальность фундаментальной научной работы Ю.И. Баранова непосредственно связана с многочисленными, в том числе и с атмосферными приложениями. Диссертационная работа Ю.И. Баранова находится в русле общемировых тенденций развития фундаментальной молекулярной спектроскопии, связанных с получением подробных и высокоточных знаний о молекулярных спектрах и построением моделей для их теоретического расчета.

Диссертация Ю.И. Баранова разбита на семь глав. В первой главе приведен обзор предшествовавших публикаций по рассматриваемой тематике. Во второй главе приводится описание экспериментальных установок, которые были использованы на различных стадиях данной работы. Третья глава диссертации посвящена изложению методики обработки спектров. Эта часть работы представляет большой интерес, поскольку определение бинарной составляющей поглощения сопряжено с процедурой цифровой «очистки» зарегистрированного спектра от неизбежно присутствующих в нем разрешенных линий мономерных молекул, включая следы изотопозамещенных молекул или иных нежелательных примесей. Одним из ярких примеров, свидетельствующих о тщательности записи и обработки экспериментальных спектров, стало впервые продемонстрированное Ю.И. Барановым присутствие полос поглощения димеров углекислого газа в спектральных областях дублета и триплета Ферми, запрещенных в поглощении изолированных молекул. Четвертая глава диссертации посвящена изложению результатов, полученных при измерении и обработке спектров поглощения в областях фундаментальных переходов кислорода, азота и углекислого газа, в том числе в его смеси с кислородом. Один из наиболее впечатляющих результатов этой части работы состоит в установлении параболической зависимости интегральной интенсивности индуцированного поглощения от температуры. Пятая и шестая главы диссертации посвящены изложению результатов, полученных при исследовании континуума водяного пара в чистом водяном паре или в его смеси с азотом. Здесь хотелось бы отметить не только высокую точность и новизну полученных спектров, но и пионерские исследования температурной зависимости

континуального поглощения. Систематическое исследование этой зависимости, проведенное в работе Ю.И. Баранова, показало, что температурная зависимость континуального поглощения проявляется по-разному в зависимости от длины волны. Следует подчеркнуть, что наличие в бинарных спектрах всех описанных Ю.И. Барановым особенностей и их температурных трансформаций было впоследствии подтверждено независимыми исследователями и в настоящее время считается твердо установленным. Экспериментальные работы Ю.И. Баранова, результаты которых изложены в соответствующих главах диссертации, снискали заслуженное уважение и признание мирового научного сообщества. В седьмой главе диссертации Ю.И. Баранов делает попытку обсуждения существующих на сегодняшний день механизмов, ответственных за континуальное поглощение водяного пара и акцентирует внимание на своем собственном, отличном, как он полагает, от общепринятого, представлении о природе континуума. Если предыдущие шесть глав представленной диссертации, в которых речь идет о получении, обработке и первичной интерпретации «супермолекулярных» спектров не только не вызывают вопросов, но, напротив, свидетельствуют о выдающемся вкладе Ю.И. Баранова в изучение спектров, вызванных межмолекулярными взаимодействиями, то седьмая глава, к сожалению, оставляет не столь благоприятное впечатление. Еще во Введении (с.12-16) Ю.И. Баранов утверждает, что им сформулирована новая с его точки зрения «...интерпретация континуума водяного пара, как преимущественно столкновительно-индуцированного спектра». В главе 7 раскрываются некоторые детали того, как Ю.И. Баранов представляет себе эту интерпретацию. На стр. 164 упоминается, например, «...совершенно бесспорное утверждение о существовании в молекулярных спектрах столкновительно-индуцированных "подполос" внутри полос разрешенных...». На стр. 167 говорится, что «...существование... "подполос"...не вызывает никаких сомнений» и так далее. Показательно, что на стр. 8 и стр. 12 приведены противоречивые формулировки для самого термина «столкновительно-индуцированное поглощение» в понимании Ю.И. Баранова. Вообще говоря, можно было бы согласиться с приведенными выше высказываниями, несмотря на их несколько чрезмерную категоричность. Для этого достаточно было бы предположить, что под словами «столкновительно-индуцированные "подполосы" разрешенных полос» Ю.И. Баранов имеет в виду совокупный вклад в наблюдаемый спектр, связанный с наличием межмолекулярных взаимодействий. Другими словами, казалось бы, речь идет о банальном утверждении, что существует спектр молекулярных пар (от свободных до связанных), который присутствует в виде добавки к колебательно-вращательному разрешенному спектру изолированных мономеров и который проявляется в виде столкновительно-индуцированного спектра в областях

дипольно-запрещенного поглощения. Внешнее сходство спектральных профилей континуума водяного пара и столкновительно-индуцированного поглощения некоторых газов (см. Рис. 7.1), которое Ю.И. Баранов считает чуть ли не подтверждением его "интерпретации" континуума, оказывается при этом самоочевидным. Органической составляющей спектра всей совокупности молекулярных пар является, конечно, и спектр стабильных димеров, обязанный своим происхождением тем же межмолекулярным взаимодействиям, которые порождают индуцированные спектры. К сожалению, Ю.И. Баранов, по-видимому, вкладывает какой-то более претенциозный смысл в свою концепцию, поскольку на стр. 169, например, он поясняет, что «...неправомерно смешивать спектральные проявления...стабильных димеров со столкновительно-индуцированным поглощением...Эти поглощения имеют существенно различную природу.» Вряд ли Ю.И. Баранов мог бы привести ссылку на работы, в которых спектральные проявления стабильных димеров отождествлялись бы со столкновительно-индуцированным поглощением, хотя, как он сам убедительно показал, структурные полосы димеров часто увенчивают почти бесструктурные контуры индуцированных полос и в этом смысле вполне правомерно говорить о некотором смешивании их спектральных проявлений. Что касается утверждения о различной природе этих типов поглощения, то с этим утверждением, увы, согласиться сложно, если, конечно, Ю.И. Баранов под словами о различной природе не имеет в виду второстепенные отличия в степени жесткости молекулярных пар. Точно так же сложно принять и другие, не основанные на серьезных научных аргументах утверждения Ю.И. Баранова, например, о том, что предложенный им так называемый вариант интерпретации континуума «...является абсолютно последовательным и логичным» (с.171), а сама она является «...более последовательной, обоснованной и логичной по сравнению с другими известными в литературе версиями» (с.184). В действительности, конечно, ни о какой новой интерпретации континуума в диссертации Ю.И. Баранова говорить не приходится. Континуум водяного пара, как до его интерпретации Ю.И. Барановым, так и после, по-прежнему определяется парными межмолекулярными взаимодействиями во всем их разнообразии и произносимый Ю.И. Барановым как заклинание термин «столкновительно-индуцированное поглощение» никак не проясняет природу континуума. По существу, природу континуума могло бы прояснить обсуждение вопроса о том, какие физически различные типы взаимодействующих молекулярных пар вносят доминирующий вклад в континуальное поглощение при заданной температуре. Как видно из вышеприведенных примеров, Ю.И. Баранов пытается подкрепить свои сомнительные утверждения, облекая их в безапелляционную форму. Эти попытки выглядят особенно неубедительно на фоне основной экспериментальной части

работы, в которой Ю.И. Баранов продемонстрировал высочайший профессионализм, тщательность и скрупулезность получения и обработки результатов.

Диссертация Ю.И. Баранова представляет собой систематическое законченное научное исследование в области молекулярной физики и спектроскопии. Автореферат правильно и в полной мере отражает содержание диссертации. Все основные результаты опубликованы в отечественной и в зарубежной печати, были доложены на научных форумах самого высокого уровня, включены в международные банки рекомендованных данных. Достоверность экспериментальных результатов, полученных соискателем, подтверждается их хорошим согласием с результатами экспериментов, полученными позднее другими авторами. Следует подчеркнуть, что диссертация написана ясным и грамотным языком, практически не содержит типичных для диссертаций последнего времени стилистических и грамматических погрешностей.

Совокупность результатов и положений, содержащихся в диссертации, позволяет квалифицировать её как выдающееся достижение в экспериментальных исследованиях молекулярных спектров. Основные результаты работы представляют большую ценность не только для теоретических или прикладных разработок, но и, безусловно, служат замечательным образцом высокого профессионализма для педагогической практики.

Результаты работы могут быть рекомендованы для использования в ИОА СО РАН, ИФА РАН, ИКИ РАН, НПО «Тайфун», Институте спектроскопии РАН, РНЦ «Курчатовский институт», НИИФ при СпбГУ, Институте прикладной физики РАН и других научных организациях, в которых проводятся исследования задач переноса радиации в атмосферах Земли и планет и в других газофазных средах.

Диссертация Ю.И. Баранова является законченным исследованием и соответствует требованиям, предъявляемым ВАК Российской Федерации к докторским диссертациям. Автор диссертации, Ю.И. Баранов, безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

Ведущий научный сотрудник
ФГБУН ИФА им. А.М. Обухова РАН,
доктор физико-математических наук,
А.А. Вигасин

