

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертационную работу Куликова Михаила Юрьевича
«ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
НА ВЫСОТАХ МЕЗОСФЕРЫ – НИЖНЕЙ ТЕРМОСФЕРЫ»,
представленную на соискание учёной степени
доктора физико-математических наук
по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы

.....

Исследования верхней атмосферы – мезосферы и нижней термосферы – в последние десятилетия активно осуществляются с помощью различных локальных и дистанционных методов измерений, путем натурных и лабораторных исследований, наземными и спутниковыми приборами во многих странах. Это обусловлено наличием целого ряда фундаментальных и чрезвычайно сложных процессов и явлений, осуществляющихся на этих высотах, а также многочисленными прикладными задачами, возникшими в последние годы. Все это позволяет подчеркнуть высокую степень актуальности исследований Куликова М.Ю., описанных в его докторской диссертации. В диссертации приведены результаты проведенных исследований в различных направлениях и решения ряда актуальных задач.

Первая глава диссертации посвящена аналитическому исследованию двухсуточных фотохимических атмосферных колебаний и реакционно-диффузионных волн в виде фазовых перепадов этих колебаний, а также изучению основных индикаторов этого явления, необходимых для их экспериментального изучения. Важным результатом этого раздела диссертации является вывод, что двухсуточные колебания в области мезопаузы есть результат неустойчивости вынужденных фотохимических вариаций с периодом 1 сутки.

Вторая глава посвящена лабораторному исследованию физико-химических процессов с участием частиц полярных мезосферных облаков в результате воздействия солнечного ВУФ излучения. С помощью оригинальной аппаратуры лаборатории химии атмосферы в Институте Альфреда Вегенера (ФРГ) проведена оценка скорости фотодесорбции из тонких образцов

водяного льда в зависимости от температуры в диапазоне 120–150 К, типичном для полярных мезосферных облаков (ПМО). В данном разделе был сделан важный вывод о том, что фотодесорбция из частиц ПМО является несущественным процессом для фотохимии области мезопаузы. Полученные данные в этой главе используются также для оценки эффективности образования H_2O_2 в космическом льду $\text{H}_2\text{O}:\text{O}_2$ в сравнении с облучением MeV-протонами.

Полученные результаты и выводы данной главы было бы важно сравнить с результатами обширных исследований мезосферы, проведенных в рамках спутниковой программы SOFIE.

Третья глава диссертации посвящена разработке новых методов восстановления ключевых характеристик областей мезосферы и нижней термосферы (МНТ) и их приложению к данным спутникового зондирования. Не сразу понимаешь, что автор подразумевает под ключевыми характеристиками и потом удивляешься, что в них не входят температура, плотность, характеристики динамики исследуемой области атмосферы, а это только малые примеси.

Рассматриваемые методы основаны на использовании кинетических уравнений и предположения о фотохимическом равновесии. Эти методы и их разные варианты используются уже несколько десятилетий. Я бы уточнил цели главы 3 как более корректное обоснование применимости таких методов и в том числе определения их погрешностей. Цель эта очень важна, т.к. определение погрешности и достоверности дистанционных измерений необходимо при анализе наблюдающихся вариаций параметров атмосферы.

В рассматриваемой главе получены важные и новые результаты в области интерпретации измерений с помощью различных методик. Сформулирован также ряд новых задач, в частности, задача статистической оценки качества одновременных измерений нескольких компонент областей МНТ при условии их фотохимического равновесия.

В этой же главе на основе данных спутниковых измерений SABER/TIMED за 2003–2005 гг. впервые восстановлена пространственно-временная эволюция ночной концентрации $\text{O}(1\text{D})$ на высотах МНТ. Приведены конкретные оценки и охарактеризованы вариации содержания $\text{O}(1\text{D})$ на разных высотах. Таким образом, впервые показано, что ночные концентрации $\text{O}(1\text{D})$ сравнимы с дневными значениями концентрации этой компоненты. Из этого сделан важный вывод, что процессы с участием ночного $\text{O}(1\text{D})$ могут заметно влиять на химический и тепловой баланс области мезопаузы.

Очень интересны приведенные статистические оценки качества данных одновременных измерений OH , NO_2 и O_3 , полученных в рамках спутниковой кампании MLS/Aura. Подобные данные не получены даже авторами этого уникального спутникового мониторинга газового состава верхней атмосферы.

Из общих замечаний к диссертации Куликова М.Ю. можно отметить следующее:

1. Диссертация содержит результаты разнообразных исследований области МНТ и было бы полезно более детально обосновать оптимальность выбора различных исследований и решаемых задач.
2. В диссертации активно и широко используются данные спутниковых измерений, в частности, спутниковые измерения SABER/TIMED. Но даже не упоминаются долговременные исследования мезосферы на спутнике SOFIE (начаты в 2007 году и продолжаются уже более 13 лет)
3. В третьей главе диссертации приведены новые оценки содержания малых примесей, но не приведены четко их погрешности, что затрудняет анализ обнаруженных вариаций их содержаний. В частности, не ясно, учитывались ли при оценке погрешностей определения содержания различных малых примесей погрешности задания различных констант и термодинамических параметров атмосферы. Погрешности дистанционных измерений зависят от качества используемой априорной информации при решение обратной задачи.

Указанные недостатки не снижают высокий уровень (мировой) проведенных Куликовым М.Ю. исследований и полученных результатов.

Отметим, что в диссертации четко и подробно охарактеризован личный вклад автора в проведенные исследования.

По результатам исследований опубликовано 23 статьи, все в изданиях, индексируемых Web of Science и Scopus, включая журналы 1-го и 2-го квартилей. Результаты докладывались на множестве международных и российских конференциях и симпозиумах. Автореферат в целом правильно отражает содержание и структуру диссертации и дает возможность сделать заключение о ее научном уровне.

Резюмируя, можно отметить, что диссертация Куликова М.Ю. посвящена актуальной теме, содержит результаты новых и оригинальных исследований, выполнена на современном уровне и протестирована мировым научным сообществом.

В целом представленная докторская диссертация Куликова М.Ю. является итогом большого объема проведенных исследований, содержит множество новых результатов, и несомненно ее автор заслуживает присуждения ему степени доктора физико-математических наук

Диссертационная работа Куликова Михаила Юрьевича «Исследование физико-химических процессов на высотах мезосферы – нижней термосферы» отвечает всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым ВАК к

диссертационным работам на соискание учёной степени доктора физико-математических наук. Автор диссертации, Куликов Михаил Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры физики
атмосферы физического факультета
СПбГУ, доктор физ.-мат. наук по специальности
25.00.29 – «физика атмосферы и гидросферы»

Тимофеев Ю.М.

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

Тимофеев Юрий Михайлович, доктор физико-математических наук по специальности 25.00.29 – «физика атмосферы и гидросферы», профессор кафедры физики атмосферы физического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Адрес: 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7/9

Тел.: +79117450508; E-mail: y.timofeev@spbu.ru

Подпись профессора кафедры физики атмосферы физического факультета СПбГУ, доктора физико-математических наук Тимофеева Юрия Михайловича заверяю:

Ученый секретарь



Тимофеев Ю.М.
И.О. начальника отдела
И.И. Кондратьев