

ОТЗЫВ

официального оппонента к.ф.-м.н. А.Н. Беляева

о диссертационной работе Кудабаяевой Дины Айтжановны
«*Экспериментальное исследование структуры мезосферной облачности
Северного полушария*», представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 –
физика атмосферы и гидросферы

Объектом исследования диссертации являются мезосферные, называемые также серебристыми, облака, появляющиеся в летний сезон в верхней мезосфере. Методология исследования лежит в области анализа данных измерений и наблюдений. В основе работы лежит анализ наземных (гл. 4) и космических (гл. 2, 3) изображений серебристых облаков.

Диссертационная работа, насчитывающая 103 страницы, содержит введение, 4 главы, заключение и библиографический список из 80 ссылок, 33 иллюстрации и 9 таблиц. Материал диссертации базируется на 10 публикациях автора, в том числе в 4 рецензируемых журналах и 3, входящих в список ВАК. Содержание диссертации и этих публикаций соответствуют друг другу.

Во введении диссертант дает общую характеристику работы, традиционно останавливаясь на всех важных для квалификационных решений моментах, начиная от актуальности работы и заканчивая апробацией результатов. Здесь же излагается структура диссертации.

Глава 1 воспроизводит современное состояние наших знаний о мезосферной облачности, делая акцент на ее временной изменчивости и используемых методах ее изучения. В частности, подробно описана климатология мезосферных облаков, включающая в себя закономерности

появления их на протяжении летнего сезона, изменения по широте и высоте, межгодовые изменения.

Глава 2 посвящена описанию данных космических снимков мезосферной облачности аппарата CIPS спутника AIM, а также их статистической обработке и полученным из этой обработки результатам. В качестве исходной информации в алгоритме обработки использовались накопленные за сутки карты мезосферной облачности, всего таких карт обработано около 700 за 6 летних сезонов (2007-2012). На выходе этого алгоритма на каждую дату выдаются долготно-широтные массивы количества пикселей, занятых мезосферной облачностью, которые затем пересчитываются в площади облачности. Далее начинается анализ уже всего материала за 6 сезонов. В частности, показано, что летние внутрисезонные кривые изменения общей площади мезосферных облаков из года в год хорошо аппроксимируются параболой, таким образом, диссертация фактически предлагает эмпирическую модель внутрисезонного изменения общей площади. Однако автор не ограничивается констатацией этой эмпирической закономерности, а ищет ее возможные физические причины. Так появляется весьма убедительное объяснение обусловленности площади мезосферных облаков вероятностью насыщенного состояния водяного пара на высоте образования облаков и демонстрация качественного сходства соответствующих временных графиков. К сожалению, описание разработанного автором алгоритма обработки исходных карт облачности не достаточно подробно, а желание познакомиться с ним детальнее наталкивается на отсутствие ссылок на соответствующие публикации.

В главе 3 исследуется неоднородность распределения площадей мезосферной облачности по долготе и широте. Возможность исследования долготных неоднородностей обеспечивается долготно-равномерной съемкой аппарата CIPS спутника AIM при постоянном местном солнечном времени. Для этой работы автор диссертации использовала долготно-широтные временные массивы с шагом и интервалом накопления по долготе 45° , по широте 10° (в диапазоне $50 - 80^\circ$ с.ш.), по времени 1 сутки. В результате проведенного анализа выяснилось, что систематически из года в год в некоторых долготных секторах площадь мезосферных облаков превышает среднезональное значение, а в некоторых других – меньше среднезонального значения. Выявленная долготная неоднородность

оказалась статистически значимой с высокой надежностью. Фактически здесь, - впервые в истории исследования мезосферных облаков, - получил надежное статистическое подтверждение тезис о долготной неоднородности распределения мезосферной облачности, сформулированный еще в 1960-е годы в виде осторожной гипотезы. Поскольку положение экстремумов практически не меняется из года в год, автор диссертации предложила считать такие долготные неоднородности проявлением стационарных планетарных волн. На мой взгляд, это утверждение требовало не только чисто экспериментального обоснования, которое дано в диссертации, но и хотя бы краткого рассмотрения механизмов, обеспечивающих проникновение планетарных волн (в том числе и стационарных) на высоты верхней летней мезосферы.

Глава 4 посвящена почти целиком анализу всего лишь одного случая хорошо задокументированного наземного стерео-фото-наблюдения мезосферных облаков 18/19 июля 2013 г., однако, сделанные из этого исследования серьезные выводы вполне оправдывают такой выбор. Впервые детально описан и проанализирован случай, когда гравитационная волна создает видимые волновые структуры не в уже заранее сформированном мезосферном облаке, как это обычно наблюдается, а формирует *in situ* отдельные облачные волновые гребни без образования сколько-нибудь протяженного облака. Зная из наблюдений период, длину волны и ее азимут, используя данные реанализа и численную модель распространения гравитационных волн, удалось рассчитать траекторию волны и найти ее вероятный источник – тропосферный фронт окклюзии. Таким образом, впервые на хорошем эмпирическом материале, с использованием современной модели распространения гравитационных волн, удалось подтвердить гипотезу Гришина, высказанную еще в начале 60-х годов, о том, что тропосферные метеорологические образования при посредничестве гравитационных волн могут формировать мезосферные облака.

В заключении дан список основных выводов, сделанных автором диссертации.

Представляя собой завершённое исследование, диссертация Кудабоевой демонстрирует четкую логическую линию в изложении материала, доскональное знание автором предмета исследования, владение

современными алгоритмами обработки и анализа данных, умение пользоваться численными моделями. Работа хорошо структурирована, написана понятным общепринятым языком современной научной лексики. Иллюстрации хорошо помогают понять содержание работы.

Актуальность выбранной темы не вызывает сомнений, т.к. мезосферные облака являются важнейшим индикатором происходящих климатических изменений. Личный вклад автора подтверждается одной публикацией без соавторов, многочисленными докладами и презентациями, сделанными Д.А.Кудабаевой лично на конференциях, хорошим знанием деталей излагаемой работы. Новизна результатов работы уже подчеркивалась выше. Новыми и хорошо обоснованными являются и выводы из диссертации, а также положения, выносимые на защиту. Автореферат хорошо отображает структуру и основные результаты диссертационного исследования.

Достоверность результатов диссертационной работы хорошо подкрепляется рассматриваемыми в диссертации некоторыми результатами других исследовательских групп, опубликованных практически одновременно с Д.А.Кудабаевой или позже. Это касается внутрисезонных квазипараболических временных графиков частоты появления мезосферных облаков, а также обнаружения стационарных неоднородностей в альбедо мезосферной облачности. При этом положения максимумов и минимумов развития облачности хорошо совпали в исследовании Кудабаевой и в более позднем (2016) исследовании Liu и др.

Указанные выше недостатки изложения, содержащиеся в текстах второй и третьей глав, не дают оснований сомневаться в общем высоком уровне диссертационной работы. В ней содержится решение по крайней мере двух научных задач, имеющих значение для развития соответствующей отрасли знаний. Первая из них предлагает эмпирическую модель летнего внутрисезонного параболического хода общей площади мезосферной облачности и, кроме того, дает основу для ее физического моделирования. Вторая из решенных задач впервые дает статистически убедительные доказательства существования стационарных долготных неоднородностей планетарной структуры мезосферной облачности.

Перечисленное выше свидетельствует о том, что диссертация удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор несомненно заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной научной специальности.

Официальный оппонент

Беляев Алексей Николаевич,
заведующий лабораторией ФГБУ
Институт прикладной геофизики им.
академика Е.К. Фёдорова, кандидат
физ.-мат. наук

Эл. почта: anb52@mail.ru

Тел. 8-499-181-6122, 8 -906-757-3356 _____

Адрес: 129128, Москва, Ростокинская ул. 9

Подпись _____

заверяю. _____

Репин А.Ю.,

первый заместитель директора ФГБУ
Институт прикладной геофизики им.
академика Е.К. Фёдорова, д.ф.-м.н.

20 сентября 2017 г.

