

## ОТЗЫВ

Члена диссертационного совета Полякова Александра Викторовича на диссертацию Попова Андрея Алексеевича на тему «Сезонная и межгодовая изменчивость активности внутренних гравитационных волн по наблюдениям ночных свечений в области мезопаузы», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18. Науки об атмосфере и климате.

В работе Попова А.А. исследуется временная изменчивость активности внутренних гравитационных волн (ВГВ) в области мезосферы и нижней термосферы с помощью метода наблюдения свечений. Рассматривается применение простых численных разностных фильтров для выделения из измеренных величин интенсивности и вращательной температуры свечений ночного неба информации о сезонных и долговременных изменениях характеристик ВГВ. С использованием предложенной методики исследуются сезонные и межгодовые вариации мезомасштабных возмущений, происходящие в области ночных свечений МНТ, а также анализируется их связь с ВГВ, распространяющимися из нижней атмосферы.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списков публикаций – соискателя и общего списка использованных источников.

Во введении рассматриваются актуальность темы, ее новизна, обсуждается достоверность полученных результатов, научная и практическая ценность работы, приводятся цели работы. Сформулирован **личный вклад** соискателя. Отметим, что соискатель разработал и применил обсуждаемую методику фильтрации, обработав с ее помощью многолетние данные с нескольких наблюдательных станций. Соискатель также участвовал в модификации модели расчета спектра волновых мод ВГВ, писал программы и выполнял расчеты, необходимые для решения поставленных задач. При подготовке статей в соавторстве соискатель выполнял основную часть расчетов, анализа результатов и формулировки выводов, работу по оформлению рукописей.

В первой главе диссертации описаны свойства атмосферных ВГВ, особенности их формирования и распространения, влияние на общую динамику атмосферы. Рассмотрены подходы к исследованию характеристик ВГВ в области МНТ.

Во второй главе описаны примененный в работе метод численной разностной фильтрации данных, а также метод статистического исключения некогерентного шума. Представлены использованные данные о ночной эмиссии гидроксила. Сезонные и многолетние зависимости интенсивности мезомасштабных возмущений вращательной температуры ОН и характеристик ВГВ приведены в графической форме.

В третьей главе описана численная модель распространения спектра волновых мод ВГВ, а также использованные при моделировании поля ветра и температуры. Показаны результаты сравнения полученных результатов с данными оптических наблюдений мезомасштабных возмущений ночной эмиссии ОН и характеристик ВГВ в области МНТ.

В заключении сформулированы основные **результаты работы**: Разработана и применена модификация разностной цифровой фильтрации, получена оценка некогерентного шума. Получены данные об изменчивости вращательной температуры ОН, связанные с распространением ВГВ вблизи мезопаузы. Для пунктов наблюдений ночной эмиссии ОН выполнено численное моделирование распространения спектра ВГВ, показано качественное сходство модельных и наблюдаемых величин, что позволило проанализировать факторы, влияющие на интенсивность мезомасштабных возмущений вращательной температуры ОН вблизи мезопаузы.

Отметим несомненную **актуальность** тематики диссертации. В последние десятилетия активно развиваются исследования динамики атмосферы, в которых важную роль играют особенности формирования и распространения ВГВ. На их исследование в конечном итоге и направлена работа. **Новизна** работы заключается в применении метода разностной цифровой фильтрации к исследованию мезомасштабных возмущений свечений. Также предложена и применена методика оценки некогерентного шума в этих измерениях. Получены новые данные об изменчивости мезомасштабных возмущений на нескольких наблюдательных станциях. Полученные результаты **достоверны** и подтверждаются экспериментальными данными. Результаты и предложенные методики могут быть использованы для исследований накопленных мировой сетью наблюдений данных.

Анализируя работу, отметим, что рассматриваемая фильтрация вводится для исследования измерений вращательной температуры ОН лишь на том основании, что она дала хорошие результаты для других видов измерений. При этом мы не видим какого-либо обсуждения других методов для решения той же задачи. Может быть, раньше ночные свечения ОН и О<sub>2</sub> не использовались для получения информации о параметрах мезомасштабных волновых процессов? Тогда надо на это указать. Вместе с тем хотя соискатель и делает вывод, что предложенная им фильтрация показала свою эффективность для анализа сезонных и междугодовых изменений стандартных отклонений вращательной температуры ОН, создаваемых атмосферными ВГВ, остается неясным, является ли такой подход единственным или наилучшим. Описывая методику оценки и исключения некогерентного шума, соискатель не приводит оценок погрешности получаемых оценок, что, на наш взгляд, следовало сделать, и ничем не подтверждает, что исключение шума действительно «улучшает выявление межгодовых изменений интенсивности мезомасштабных вариаций ночной эмиссии гидроксила», как сформулировано в защищаемых положениях. Действительно, исключив некогерентный шум и показав скорректированные величины на рис. 2.5.7-2.5.10, соискатель использует для анализа рисунки 2.5.4 – 2.5.6, на которых показаны нескорректированные величины.

Работа оформлена небрежно и содержит много погрешностей. В частности, не все переменные, использованные в формуле (1.4), как и в других формулах (напр. 2.2), пояснены в тексте. Указано, что формула взята из документа [Gavrilov, 2010], но ссылка оформлена неправильно и публикацию найти невозможно. В русскоязычном варианте диссертации систематически стоят ссылки на публикации из списка литературы на английском языке. Например, на ту же работу [Gavrilov N.M. Methodological issues of measurements of dynamic characteristics of the atmosphere, 2010] вместо [Гаврилов Н.М. Методические вопросы измерений динамических характеристик атмосферы, 2010]. Как и

указанная, некоторые другие ссылки также оформлены не по стандарту и, главное, не содержат все необходимые для их поиска данные. Некоторые выражения неудачны и непонятны, например, «координата вдоль диска». В тексте на стр. 34, где речь идет о величинах, осредненных по интервалам ширины  $\Delta t$ , они почему-то названы среднечасовыми. На стр. 40 указано, что темновой шум прибора определяется при закрытой входной щели для измерения вращательной температуры гидроксила T, и приводится формула, содержащая T. Непонятно, как связан темновой шум при закрытой входной щели (т.е. в отсутствие измерений) с температурой гидроксила в атмосфере. В русскоязычном тексте одна и та же аббревиатура приводится то на русском языке (ПЗС), то на английском (CCD), без к-л причин используются англоязычные обозначения, например, "h" для часов. На рисунках единицы времени (?) в часах обозначены «hg», что не соответствует уже никаким стандартам. Ссылки на список литературы в тексте приведены как в круглых, так и в квадратных скобках. Встречаются дословные повторы, напр. на стр. 22 и 23 «Прибор представляет собой спектрометр Фабри-Перо ... » и далее., аббревиатура SATP раскрывается дважды на стр. 22 и 23. Встречаются опечатки типа «оценки .... показал» (вместо «оценки ... показали»), «В следствии» вместо «Вследствие», «при использование» и т.д.

Ошибки в нумерации рисунков: Два разных рисунка приведены под номером 2.3.2. После рисунка 2.5.1. идет рисунок 2.5.4. В разделе 3.4. дважды упоминается несуществующий рисунок 2.4.5.3.

Подобные недостатки оформления работы затрудняют ее понимание, и мы считаем необходимым указать соискателю на их недопустимость.

Несмотря на перечисленные недостатки, представленная работа содержит новые, актуальные, достоверные и полезные результаты, показывает высокую квалификацию соискателя и позволяет сделать следующий вывод:

Диссертация Попова Андрея Алексеевича на тему: «Сезонная и межгодовая изменчивость активности внутренних гравитационных волн по наблюдениям ночных свечений в области мезопаузы» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Попов Андрей Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18. Науки об атмосфере и климате. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Приказа в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета  
Д.ф.-м.н., доц. по спец.,  
проф. Физического факультета СПбГУ

/Поляков А.В./

27/01/2023



27.01.2023