

## Отзыв

члена диссертационного совета доктора физико-математических наук Солдатенко Сергея Анатольевича на диссертацию Попова Андрея Алексеевича “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.

Диссертационная работа Попова А. А. связана с изучением мезомасштабных волновых вариаций в слое ночного свечения гидроксила вблизи мезопаузы. Как известно, мезомасштабные волны, распространяясь в светящихся слоях, могут создавать возмущения характеристик ночных эмиссий верхней атмосферы. Измерение этих характеристик может быть использовано для изучения термодинамического режима на больших высотах.

Соискатель в своей диссертационной работе проанализировал сезонные и межгодовые вариации активности мезомасштабных возмущений в ночном свечении гидроксила и взаимосвязи этих вариаций с внутренними гравитационными волнами (ВГВ), которые распространяются из нижней атмосферы в область мезосферы и нижней термосферы. Подобного рода исследования являются предметом рассмотрения и изучения многочисленных международных программ последних лет, в фокусе которых находятся вопросы термического и динамического режима и климата средней и верхней атмосферы. Данное обстоятельство свидетельствует об актуальности и важности выполненных соискателем исследований.

В диссертационной работе ее автор выполнил детальный анализ многолетних данных о вращательной температуре гидроксила. Для этой цели были использованы данные измерений ночной эмиссии гидроксила вблизи мезопаузы, что позволило получить информацию об атмосферных ВГВ. В работе изучены сезонные и межгодовые изменения мезомасштабных возмущений враща-

тельной температуры гидроксила и параметров ВГВ по наблюдениям на сети российских станций. Для интерпретации наблюдений волновых вариаций температуры выполнено численное моделирование распространения спектра ВГВ в полях фоновой температуры и ветра, которые соответствуют использованным станциям оптических наблюдений.

Актуальность проблемы исследования ВГВ в средней и верхней атмосфере связана с особенностями динамических взаимодействий между различными атмосферными слоями. Перенос волновой энергии и импульса оказывает существенное воздействие на динамический и термический режимы средних и верхних слоев атмосферы, вносящих вклад в формирование изменений климата этих атмосферных слоев. Волновые процессы в нижних слоях атмосферы могут возникать вследствие возникновения различных термодинамических возмущений, имеющих стохастическую природу. При распространении ВГВ на большие высоты происходит их диссипация и передача волновой энергии и импульса среднему потоку.

В процессе выполнения исследований соискателем для анализа вариаций ночных свечений впервые был применен, предварительно адаптированный, метод разностной цифровой фильтрации, обеспечивающий стабильность спектральной функции пропускания в условиях переменной длительности сеансов и значительных перерывов в ночных оптических наблюдениях. Впервые также была разработана и применена статистическая процедура для оценки и исключения некоррелированного шума инструментального и атмосферного характера из экспериментальных стандартных отклонений вращательной температуры гидроксила. Используя упомянутые метод и процедуру, соискатель выполнил анализ многолетних данных оптических наблюдений ночного свечения гидроксила вблизи мезопаузы. В результате автор диссертационной работы получил новые данные о сезонных и межгодовых изменениях мезомасштабных возмущений температуры и характеристик ВГВ на российских станциях наблюдений.



Для расчета волновых возмущений на сети российских станций наблюдений ночных свечений была впервые использована улучшенная версия математической модели распространения спектра ВГВ, реализованная численно.

Соискателем было исследовано влияние фоновых профилей ветра и температуры на волновые возмущения в верхней атмосфере в различных географических пунктах. Эти результаты позволяют в определенной степени повысить адекватность математических моделей климата и атмосферной динамики. Разработанные методы статистического анализа данных и численного моделирования могут быть использованы научным сообществом для изучения климатологии мезомасштабных волн на широкой международной сети наблюдений ночных свечений в области мезосферы и нижней термосферы.

Основные результаты работы опубликованы в 13 научных статьях и были представлены на 6 российских и международных симпозиумах и конференциях.

Не лишена диссертационная работа и некоторых недостатков. Прежде всего, следует отметить многочисленные опечатки и неточные формулировки в тексте диссертации. Далее, при численном моделировании распространения ВГВ диссертант использовал вертикальные профили температуры и ветра из стандартной модели NRLMSISE00. Однако эти профили отражают средние климатические данные и могут отличаться от профилей фоновых характеристик, используемых автором в расчетах.

Полагаю, что высказанные мной замечания не уменьшают в целом положительного впечатления о диссертации. Будем считать, что второе замечание носит скорее рекомендательный характер и автор учтет его в дальнейшей работе.

Я подтверждаю, что 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 № 11181/1 от 19.11.2021 "О

порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете", а Попов Андрей Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 - Науки об атмосфере и климате.

Нарушений пунктов 9 и 11 упомянутого порядка в диссертации обнаружено не было.

Член диссертационного совета  
Доктор физико-математических наук, профессор,  
Заместитель генерального директора  
Федерального государственного бюджетного учреждения «Главный центр информационных технологий и метеорологического обслуживания авиации»  
(ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета»)

С.А. Солдатенко

31.01.2023

Личную подпись С.А. Солдатенко заверяю.  
Начальник отдела кадров ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета»

Е.В. Ельцова

