

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Кшевецкого Сергея Петровича 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 научной специальности 1.6.18. науки об атмосфере и климате.

Целью работы А. А. Попова является исследование мезомасштабных волн в области мезосферы и нижней термосферы (МНТ). Атмосферные волны от гравитационных до планетарных способны распространяться до верхних слоев атмосферы и переносить энергию и импульс, оказывая воздействие на динамический и тепловой режимы и на формирование климатических изменений. Турбулентность, тесно взаимодействуя с атмосферными волнами, создает вертикальные тепловые и диффузионные потоки. Источниками волн могут служить различные турбулентные и метеорологические процессы, происходящие в областях нижней атмосферы. Распространяясь вверх, волны диссипируют в областях мезосферы и термосферы, передавая энергию окружающей среде и тем самым разогревая ее. Измерение интенсивности и вращательной температуры свечений ночного неба является одним из способов мониторинга термодинамического режима и состава верхней атмосферы. Исследование сезонных и долговременных изменений характеристик ВГВ по наблюдениям вариаций ночных свечений затруднено изменениями длительности ночей в течение года и наличием частых перерывов в измерениях из-за плохих погодных условий.

Для достижения целей в работе выполнен анализ многолетних данных о вариациях ночного свечения гидроксила (ОН) в области мезопаузы с целью получения информации о внутренних гравитационных волнах (ВГВ), распространяющихся через эмиссионные слои. Разработаны и применены статистические методы для исключения некогерентного во времени шума инструментальной и турбулентной природы для уточнения информации о когерентной волновой составляющей. Исследованы сезонные и межгодовые изменения мезомасштабных возмущений и характеристик ВГВ на сети станций наблюдений ночной эмиссии ОН. Выполнено численное моделирование распространения спектра ВГВ в фоновых полях температуры и ветра, соответствующих станциям оптических наблюдений с целью интерпретации наблюдений волновых вариаций ночного свечения ОН.

Ряд результатов диссертации являются новыми. Метод цифровых и разностных фильтров был впервые адаптирован и применен для анализа мезомасштабных возмущений ночных

свечений. Впервые разработана и применена статистическая процедура оценки и исключения некогерентного шума инструментальной и турбулентной природы из экспериментальных стандартных отклонений вращательной температуры ОН. Был исследован большой массив данных оптических наблюдений ночной эмиссии ОН в области МНТ и получены новые данные о сезонных и межгодовых изменениях мезомасштабных возмущений с временными масштабами 0.7 – 11 ч и характеристик ВГВ на различных станциях наблюдений. Усовершенствованная численная модель распространения спектра волновых мод ВГВ была впервые применена для расчета волнового шума на сети станций наблюдений ночной эмиссии ОН. Получены новые данные о влиянии фоновых профилей ветра и температуры на волновую возмущенность в области МНТ в различных географических пунктах.

Полученные результаты можно применить для уточнения моделей климата и динамики атмосферы. Разработанные методы анализа экспериментальных данных и численного моделирования могут быть использованы для исследования данных о волновых вариациях на широкой международной сети наблюдений ночных свечений в области МНТ и о вращательной температуре в пунктах мировой наблюдательной сети.

Результаты исследований докладывались на 6-ти российских и международных симпозиумах и конференциях и опубликованы в 13 научных публикациях. Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения и списка литературы. Содержит 109 страниц, включая 30 рисунков, 4 таблицы и библиографию из 104 наименований.

К недостаткам работы можно отнести следующее:

- 1) Рис. 2.2.2 показывает наличие вторичных максимумов функции пропускания фильтров в высокочастотной области, которые соответствуют ухудшению фильтрации и просачиванию энергии короткопериодных волн.
- 2) Нет попыток объяснить, почему осенний максимум в сезонных вариациях активности ВГВ в Алма-Ате на рис. 2.4.1 значительно превосходит аналогичные максимумы на рис. 2.4.3 в Звенигороде и Торах.
- 3) При моделировании распространения ВГВ не исследовано как изменение параметров спектра ВГВ в формулах (3.23) – (3.25) на рассчитанные сезонные вариации амплитуд ВГВ вблизи мезопаузы.

Однако, эти замечания являются, скорее, пожеланиями на будущее.

Считаю, 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", поэтому 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 Федерального Балтийского университета



Кшевецкий С.П.

31.01.2023

Проректор по научной работе



Денис М.В.