

## О Т З Ы В

научного руководителя 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.

А. А. Попов поступил в аспирантуру физического факультета СПбГУ в 2018 г. Представленная им диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является частью совместных исследований Кафедры физики атмосферы и Лаборатории исследований озонового слоя и верхней атмосферы СПбГУ с Институтом физики атмосферы РАН (Москва), Институтом солнечно-земной физики СО РАН (Иркутск) и Институтом космофизических исследований СО РАН (Якутск) по исследованию волновых движений в верхней атмосфере по наблюдениям ночной эмиссии гидроксила на сети станций.

Распространение внутренних гравитационных волн (ВГВ) в атмосфере сопровождается вариациями плотности, температуры и скорости ветра, которые влияют на скорости фотохимических реакций и на характеристики ночных свечений 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. Это может сильно исказить параметры, получаемые с помощью обычных методов спектрального и гармонического анализа.

Работа А. А. Попова посвящена разработке и применению простых численных разностных фильтров, дающих устойчивые спектральные характеристики при малых длительностях анализируемых реализаций (от 0.5 до 2 ч). Диссертант разработал два вида разностных фильтров, отличающихся методами осреднения регистрируемых значений вращательной температуры гидроксила в области мезопаузы. Статистический анализ получаемых структурных функций поля температуры позволил оценить и исключить случайный некогерентный шум инструментальной и турбулентной природы.

Разработанные А. А. Поповым методы разностной фильтрации и статистического анализа применены для обработки многолетних регулярных измерений вращательной температуры гидроксила на сети российских и зарубежных станций. Исследованы отличия сезонных вариаций стандартных отклонений мезомасштабных возмущений температуры и амплитуд ВГВ. Определены многолетние изменения указанных характеристик.

Для выяснения влияния фоновых профилей температуры и горизонтального ветра на распространение ВГВ выполнено численное моделирование набора волновых гармоник, моделирующих спектр ВГВ. Такие расчеты для фоновых профилей, соответствующих конкретным пунктам наблюдений ночных свечений выполнены впервые. Показано, что изменение фоновых профилей температуры и ветра в течение года могут объяснить наблюдаемые сезонные изменения амплитуд ВГВ. Различия фоновых полей в различных географических пунктах могут приводить к различиям значений волновых характеристик,

регистрируемых на различных станциях сети наблюдений ночных свечений. Результаты работы опубликованы в 5 статьях в российских и международных журналах, а также в 4-х статьях в сборниках докладов международных конференций.

Считаю, что Попов Андрей Алексеевич проявил себя как серьезный исследователь, способный как к анализу больших наборов экспериментальных данных, так и к численным расчетам. Он владеет знаниями и навыками в области динамики волновых движений атмосферы. Содержание работы соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 Науки об атмосфере и климате.

Научный руководитель, профессор  
кафедры физики атмосферы СПбГУ,  
доктор физико-математических наук



Н. М. Гаврилов

*Андрей Попов*  
*Гаврилов Н. М.*  
*участков*  
*Научная группа*  
*В. В. В. В. В. В.*  
*ока*

