

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Курдяевой Юлии Андреевны  
«ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН  
ОТ ТРОПОСФЕРНЫХ ИСТОЧНИКОВ В ВЕРХНЮЮ АТМОСФЕРУ»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по  
специальности 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы

Диссертационная работа посвящена разработке нового метода решения гидродинамической задачи о генерации атмосферных волн и применению его для моделирования атмосферных процессов различных масштабов, вызванных их распространением от тропосферных возмущений в верхнюю атмосферу. Поиск новых методов численного моделирования атмосферных процессов позволяет улучшить вычислительный аппарат, применяемый в геофизических задачах, получить новые результаты, касающиеся распространения атмосферных волн от наземных и тропосферных источников, что представляет собой актуальную научную задачу, имеющую как фундаментальное, так и прикладное значение.

Судя по автореферату, автором выполнен большой объем работ по анализу основных используемых в гидродинамике и физике атмосферы уравнений и приближений, даны основные подходы к моделированию волновых процессов в атмосфере, в том числе, к моделированию распространения инфразвуковых и внутренних гравитационных волн, имеющих источниками метеорологические явления.

В диссертации сформулирована и обоснована краевая задача о генерации атмосферных волн переменным давлением в приземном слое атмосферы и распространении их на высоты термосферы. Представлены результаты численного моделирования распространения атмосферных волн в период солнечного затмения, проведено сравнение с результатами экспериментов по наблюдению атмосферных волн, генерируемых областью солнечного терминатора, найдены характерные периоды возмущений параметров среды.

Достоверность теоретического материала, представленного в диссертации, обеспечивается предложенными строгими математическими доказательствами, тестированием модернизированной компьютерной программы, которая показала хорошее совпадение численных расчетов с точными аналитическими решениями из нужного класса решений. Для прикладных расчетов использованы апробированные методы обработки экспериментальных данных. Полученные результаты численного моделирования согласуются с экспериментальными исследованиями и существующими представлениями о распространении атмосферных волн.

Автореферат раскрывает содержание выполненных исследований, полученные результаты ясно сформулированы. К диссертанту имеются следующие вопросы.

1. Замечание по поводу граничных условий. В электродинамике граничные условия получают из уравнений Максвелла. В гидродинамике аналогичный подход к выводу граничных условий продемонстрирован в книге С.-S. Yih «Dynamics of Nonhomogeneous Fluids». – MacMillan Co., N.Y., 1965. Но даже из физических соображений следует непрерывность вертикального смещения  $\zeta$  и полного давления  $p + \rho_0 g \zeta$  на границах между любыми слоями среды. Кроме того, жесткое граничное условие  $w=0$  на верхней



границе  $z=h$  при расчетах иногда заменяют условия, характеризующие переход в изотермическое полупространство, когда вместе с уходящими туда волнами возможен отток энергии. Мы полагаем, что автор диссертации мог бы оценить влияние жестких граничных условий на конечный результат моделирования.

2. Другое замечание имеет характер пожелания при анализе слабых возмущений, когда оправданной является линеаризация исходной системы уравнений. Для такого случая в известной книге Г. Ламба «Гидродинамика». – М.: ОГИЗ, 1947 исходная система уравнений приведена к одному уравнению для дивергенции скорости при произвольной зависимости равновесной температуры от высоты. Использование такого подхода является альтернативным использованному автором методу нахождения собственных распространяющихся волновых мод в такой среде и их возбуждения заданными источниками. Решение, найденное по этому алгоритму, очевидно, должно совпадать с численными расчетами при использовании программы AtmoSym и исходной системы уравнений. В будущем было бы неплохо это проверить.

3. И, наконец, очень интересные, но и очень мелкие рисунки 5, 6 и 7 невозможно в полной мере рассмотреть. Имеется и ряд опечаток.

Приведенные соображения не снижают в целом высокой оценки проделанной работы. Основные результаты автора по теме диссертации хорошо известны. Они опубликованы в 20 печатных изданиях, 5 из которых изданы в рецензируемых научных изданиях из Перечня ВАК, 14 – в сборниках трудов конференций, 1 – в других периодических изданиях, достойно представлены в трудах международных и всероссийских конференций. В них отражены основные положения защищаемой диссертации.

Диссертация Курдяевой Юлии Андреевны «Численное моделирование вертикального распространения волн от тропосферных источников в верхнюю атмосферу», представляет собой законченную научно-квалификационную работу, отвечающую паспорту специальности 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы и соответствует всем критериям, установленным для кандидатских диссертаций в п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013. Полагаем, что Ю.А. Курдяева, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы.

Ведущий научный сотрудник,  
Научно-исследовательского радиофизического института  
федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский  
государственный университет им. Н.И. Лобачевского»  
(НИРФИ ННГУ им. Н.И. Лобачевского),  
д.ф.-м.н.



Бахметьева Наталия Владимировна

Почтовый адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Большая Печерская, д.25/12а  
e-mail: nv\_bakhm@nirfi.unn.ru  
Телефон: +7-831-436-99-50



Я, Бахметьева Наталия Владимировна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Ведущий научный сотрудник,  
Научно-исследовательского радиофизического института  
федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский  
государственный университет им. Н.И. Лобачевского»  
(НИРФИ ННГУ им. Н.И. Лобачевского),  
к.ф.-м.н.

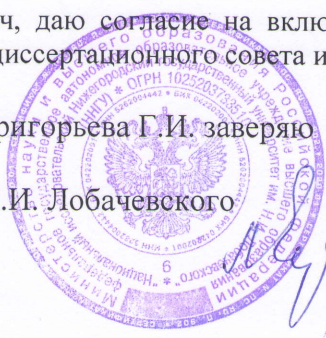
Григорьев Геннадий Иванович

Почтовый адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Большая Печерская, д.25/12а  
e-mail: grigorev@nirfi.unn.ru  
Телефон: +7-831-432-57-09

Я, Григорьев Геннадий Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Подписи Бахметьевой Н.В. и Григорьева Г.И. заверяю

Ученый секретарь ННГУ им. Н.И. Лобачевского  
канд.социол.наук



Л.Ю. Черноморская

10.11.2020