

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Диденко Ксении Андреевны

«Нелинейные взаимодействия стационарных планетарных волн в средней атмосфере» по специальности 25.00.29 Физика атмосферы и гидросферы на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Актуальность избранной темы.

Средняя атмосфера Земли насыщена волновыми процессами различных временных и пространственных масштабов. Распространение волн часто нельзя описать как линейный процесс, и учет нелинейных взаимодействий волна-волна и волна – средний поток необходим для понимания формирования структуры средней атмосферы, ее динамики и взаимодействия между различными слоями атмосферы. В последние годы исследования по нелинейным взаимодействиям между планетарными волнами, планетарными волнами и приливами получили дополнительный импульс развития в связи с экспериментальным и численным обнаружением влияния динамических процессов в средней атмосфере Земли на формирование неоднородностей в ионосфере. Таким образом, актуальность выбранной темы диссертационной работы не вызывает сомнений.

Текст диссертации объемом 107 стр. с 40 рисунками включает Введение, 3 главы, Заключение, список используемых сокращений и список литературы из 107 наименований. Во **Введении** на основе обзора современного состояния исследований волновых процессов в средней и верхней атмосфере Земли формулируются цель работы и задачи, решаемые для достижения цели. Описание используемой модели глобальной циркуляции и используемых массивов данных о параметрах атмосферы приводится в **первой главе**. Во **второй главе** изложена теория, на которой основана предлагаемая автором методика анализа нелинейных взаимодействий между стационарными планетарными волнами (СПВ), и

взаимодействий этих волн с фоновой атмосферой. **В третьей главе** демонстрируются результаты применения методики к анализу внезапных стратосферных потеплений (ВСП) по данным реанализов ERA-5 и UK Met Office. Выбраны ВСП двух основных типов: со смещением полярного вихря и с расщеплением полярного вихря.

В выполненной работе Диденко К.А. удачно сочетает теоретические расчеты с численным моделированием с помощью современной глобальной численной модели средней атмосферы МСВА и с анализом современных массивов данных о средней атмосфере Земли с помощью современных методов обработки нестационарных временных рядов.

Основные результаты работы представлены в 15 публикациях, 4 из которых в журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, три публикации в журналах, входящих в базы Web of Science и SCOPUS. Научные положения работы докладывались и обсуждались на семинарах кафедры физики атмосферы СПбГУ, кафедры метеорологических прогнозов РГГМУ, а также на школах и международных конференциях. **Достоверность и обоснованность научных выводов работы не вызывает сомнений.**

Новизна полученных результатов

заключается, прежде всего, в разработке новой методики анализа нелинейных взаимодействий планетарных волн на основе уравнений баланса потенциальной энтропии (глава 2 диссертации). К достоинству работы относится и реализация этой методики для анализа взаимодействий стационарных планетарных волн (СПВ) во время внезапных стратосферных потеплений (ВСП), что позволило получить новые результаты об особенностях развития ВСП разного типа в средней атмосфере Земли (глава 3 диссертации). Ксения Андреевна аккуратно провела не только довольно трудоемкие теоретические расчеты, но и выполнила исследование волн по данным реанализа, что само по себе весьма не простая самостоятельная

задача. Выше сказанное доказывает новизну результатов, представленных в работе.

Разработанная методика может быть применена к нелинейным взаимодействиям между планетарными волнами и планетарными волнами и приливами. На ее основе становится возможным определить пространственные области, где в основном происходит взаимодействие, определить какие же колебания являются первичными, а какие вторичными. Следует отметить, что в литературе по анализу колебаний в средней и верхней атмосфере этот вопрос часто игнорируется.

Диссертация является, в целом, законченным исследованием. Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

Замеченные недостатки.

Некоторые формулировки, не относящиеся непосредственно к теме диссертации и результатам, не совсем корректны:

например, утверждается, что волны плавучести связаны со стратификацией или с эффектом Кориолиса, т.е. инерционные колебания приписываются к волнам плавучести;

по пространственному масштабу автор делит волны на мезомасштабные и глобальные (планетарные), забывая, например, о синоптических волнах Россби;

в уравнение (2.4.3) экспоненциальный множитель называется плотностью фоновой атмосферы. В лог-изобарической системе это не плотность, просто экспоненциальный множитель, который можно записать как давление;

подпись к рисунку 3.1.6 сообщает, что черная линия изображает изменение потока потенциальной энтропии, а в тексте работы говорится, что это изменение волновой активности;

В работе, например, в главе 3, часто используется понятие волновая активность. Хотя эта физическая величина и связана с потенциальной энтропией, это все же разные понятия. Переход к волновой активности несколько

нарушает целостность изложения, то речь идет об энстрофии, то о волновой активности.

В параграфе текста «основные результаты» не вынесены конкретные новые результаты о различиях в нелинейных взаимодействиях между СПВ во время разного типа стратосферных потеплений,

Также в основных выводах не указаны новые результаты по построению высотно-широтных распределений вклада нелинейных взаимодействий СПВ в изменение потенциальной энстрофии.

К сожалению, в работе нет анализа источников и стоков потенциальной энстрофии, которые не связаны с переносом, с нелинейным взаимодействием и с взаимодействием волна-средний поток. То, что их величина может быть значительна следует из рисунка 3.1.1б), где видно, что энстрофия изменяется по времени сильнее всех членов уравнений баланса, анализируемых в работе. Это изменение остается не объясненным в работе.

Изменения высотно-широтных распределений по мере развития внезапного стратосферного потепления, например на рис. 3.3.1-3.3.3, проанализированы не полностью. Из этих рисунков видно, что перед потеплением максимумы взаимодействий расположены около полюса. Однако какого-то анализа этого факта в работе нет.

Поскольку параметры СПВ определялись из данных реанализов ERA-5 и UKMO, то весьма желателен анализ ошибок рассчитанных в работе величин, особенно для полярных областей. Такой анализ в работе отсутствует.

Указанные недостатки несколько не уменьшают научную значимость работы Ксении Андреевны.

Диссертация Диденко Ксении Андреевны является научно-квалификационной работой, которая содержит разработку и применение новой методики анализа нелинейных взаимодействий между планетарными волнами в средней атмосфере Земли, имеющей существенное значение для развития исследований динамики атмосферы, что соответствует требованиям

п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Официальный оппонент:

Мерзляков Евгений Геннадьевич,

к. ф.-м. н, ведущий научный сотрудник

ФГБУ НПО «Тайфун»

Ул. Победы 4, г. Обнинск, Калужская обл.,

249038, телефон для справок (484) 399-70-04

Электронная почта: evgmer@gmail.com

25.07.2022

/  /

Е.Г. Мерзляков

Я, Мерзляков Евгений Геннадьевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

25.07.2022

/  /

Е.Г. Мерзляков

Подпись Мерзлякова Е.Г.

Подтверждаю.

Начальник отдела кадров ФГБУ НПО «Тайфун»





Е.М. Вишенкова

«25» _____ 2022 г.