

УТВЕРЖДАЮ

Ректор РГГМУ

В.Л. Михеев

2022 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования

«Российский государственный гидрометеорологический университет»

Диссертация «Нелинейные взаимодействия стационарных планетарных волн в средней атмосфере» выполнена в ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет».

К.А. Диденко окончила РГГМУ – в 2014 году бакалавриат по направлению подготовки 020600 Гидрометеорология, а 2016 магистратуру по направлению подготовки 05.04.05 Прикладная гидрометеорология. Присвоена квалификация Магистр.

В 2016-2020 гг. К.А. Диденко прошла обучение в аспирантуре Санкт-Петербургского государственного университета. Освоила программу подготовки научно-педагогических кадров по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия». 30.06.2020 ей присвоена квалификация Исследователь. Преподаватель-исследователь. 14.09.2021 выдана справка о сдаче экзаменов по дисциплинам «Физика атмосферы и гидросферы», «Английский язык», «Физика Солнца», «История и Философия».

В период написания диссертации соискательница работала и работает в настоящее время на кафедре метеорологических прогнозов РГГМУ.

Научное руководство соискателем осуществлял доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры метеорологических прогнозов РГГМУ Александр Иванович Погорельцев, а также доктор физико-математических наук, доцент кафедры физики атмосферы СПбГУ А.В. Коваль.

Диссертационная работа Ксении Андреевны Диденко была рассмотрена на научном семинаре метеорологического факультета РГГМУ и, на основе этого семинара, было принято следующее заключение:

Диссертационная работа К.А. Диденко на тему «Нелинейные взаимодействия волновых процессов в средней атмосфере» посвящена исследованию нелинейных взаимодействий стационарных планетарных волн друг с другом и со средним потоком, а также исследованию характерной картины развития таких взаимодействий во время внезапных стратосферных потеплений.

Для достижения поставленной цели Ксенией Андреевной было получено новое уравнение баланса возмущенной потенциальной энтропии с учетом слагаемых, описывающих нелинейные взаимодействия по типу «волна-волна» и «волна-средний поток». В процессе получения уравнения была разработана новая методика осреднения слагаемых, обладающих высоким порядком малости.

Ксения Андреевна изучила вклад процессов нелинейного взаимодействия, вертикальной адвекции в баланс потенциальной энтропии, а также проанализировала особенности выполнения баланса возмущений потенциальной завихренности во время внезапных стратосферных потеплений на разных уровнях атмосферы и при разных видах стратосферного полярного вихря. Исследования вклада различных процессов в баланс возмущений потенциального вихря проводились по данным реанализа и с использованием модели средней и верхней атмосферы (МСВА).

Личный вклад соискателя.

Автору принадлежит главная роль в постановке задачи и в выводе уравнений, выполнении расчётов, получении и интерпретации научных результатов.

Автор полностью самостоятельно подготавливала свои выступления на конференциях и сама выступала с устными и стендовыми докладами.

Автору принадлежит ведущая роль в подготовке публикаций по представлению результатов исследований.

Во время выполнения исследований рядом с Ксенией Андреевной был её учитель и наставник, с которым они вместе начинали исследования – Александр Иванович Погорельцев.

Актуальность диссертационной работы.

Вопрос о распространении планетарных волн уже давно занимает центральное место среди проблем стратосферной динамики в связи с важностью влияния планетарных волн на термодинамические режимы стратосферы, распределение озона и других химических веществ. Выявленная в стратосфере взаимосвязь между изменениями амплитуд стационарных планетарных волн, обусловленная, главным образом, нелинейным взаимодействием волн между собой и со средним потоком, наиболее ярко проявляется во время внезапных стратосферных потеплений, которые значительно влияют на среднюю атмосферу, вызывая изменения в тропосфере, мезосфере и нижней термосфере. Понимание и успешное моделирование этих процессов имеет важное значение для получения новых знаний по физике атмосферы, изучения климата Земли и улучшения качества долгосрочных прогнозов. Несмотря на большое число попыток изучения этих явлений, до сих пор нет единого мнения об особенностях их развития и не существует достоверных прогнозов перестройки циркуляции атмосферы.

Одним из способов изучения распространения планетарных волн и происходящих нелинейных взаимодействий является исследование изменчивости возмущенной потенциальной энтропии на основе уравнения баланса, что и сделано в диссертационной работе К.А. Диденко. Также в диссертационной работе проведён анализ влияния различных процессов на динамику стратосферы по данным моделирования и реанализов.

Достоверность полученных результатов и выводов обеспечивается применением современных математических методов, хорошим соответствием результатов математического моделирования с данными реанализа, а также физической непротиворечивостью используемых в работе методов и рабочих гипотез.

Новизна и практическая значимость работы

Впервые получено уравнение баланса возмущенной потенциальной энтропии с учетом слагаемых третьего порядка малости, которые описывают нелинейные взаимодействия по типу волна-волна. Разработана новая методика усреднения слагаемых в уравнении. Впервые проанализированы нелинейные взаимодействия планетарных волн с использованием реанализа и модели средней и верхней атмосферы с учётом негеострофических воздействий. Впервые доказана неприменимость квазигеострофических приближений в случае активных процессов в атмосфере (например, при внезапных стратосферных потеплениях).

Результаты работы К.А. Диденко могут быть использованы при дальнейших исследованиях динамики стратосферы, а также при разработке методов долгосрочного прогноза.

Специальность, которой соответствует диссертация.

Направление диссертационной работы и публикации соответствуют пунктам 1 (Строение и физика нижней атмосферы (тропосферы) Земли) и 2 (Строение и физика средней атмосферы (стратосфера, мезосфера), верхней атмосферы (термосфера, экзосфера) и ионосферы, включая влияние ионосферы на распространение радиоволн) паспорта специальности 25.00.29 - Физика атмосферы и гидросферы.

Публикации соискателя по теме диссертации.

Материалы диссертации полностью изложены в опубликованных К.А. Диденко работах. По теме диссертации опубликовано 6 работ в ведущих рецензируемых российских и зарубежных изданиях, рекомендованных ВАК, а также опубликованы тезисы докладов на 8 конференциях. Результаты исследований докладывались К.А. Диденко на 12 российских и международных конференциях.

Список публикаций по теме диссертации

1. **Didenko K. A.**, Pogoreltsev A. I., Ermakova T.S., Shved G.M. Nonlinear interactions of stationary planetary waves during February 2016 sudden stratospheric warming.//IOP web of science: conference series. 2019. doi:10.1088/1755-1315/386/1/012016

2. **Диденко К.А.**, Ермакова Т.С., Коваль А.В., Погорельцев А.И. Диагностика нелинейных взаимодействий стационарных планетарных волн. // Ученые записки РГГМУ. 2019. № 56. С. 19-29. doi: 10.33933/2074-2762-2019-56-19-29
3. **Диденко К. А.**, Погорельцев А.И. Исследование взаимодействий стационарных планетарных волн с использованием модельных данных МСВА.//Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2020. № 674. С. 166-170.
4. Koval, A.V., Wen Chen, **Didenko K.A.**, Ermakova T.S., Gavrillov N.M., Pogoreltsev A.I., Toptunova O.N., Ke Wei, Yarusova A.N., Zarubin A.S. Modelling the residual mean meridional circulation at different stages of sudden stratospheric warming events. // Ann. Geophys. 39. 2021. pp. 357-368. <https://doi.org/10.5194/angeo-39-357-2021>
5. **Didenko K.A.**, Pogoreltsev A.I., Koval, A.V., Ermakova T.S. Investigation of solar thermal tides using model data. // Proc. of SPIE Vol. 11916, 27th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics, Atmospheric Physics. 2021. doi: 10.1117/12.2603432
6. **Диденко К.А.**, Ермакова Т.С., Погорельцев А.И., Ракушина Е.В. Климатическая изменчивость стратосферно-тропосферных взаимодействий, наблюдаемая в последние десятилетия. // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2021. Т.37. № 4. С. 159-170. doi: 10.26117/2079-6641-2021-37-4-159-170
7. **Диденко К.А.**, Погорельцев А. И. Нелинейное взаимодействие волновых процессов в средней и верхней атмосфере. // Труды международной Байкальской молодежной научной школы по фундаментальной физике и Конференции молодых ученых «Взаимодействие полей и излучения с веществом», Иркутск, 2017. стр. 252-254.
8. **Диденко К. А.**, Погорельцев А. И. Анализ нелинейных взаимодействий планетарных волн на основе уравнения баланса возмущенной потенциальной энтропии. // Труды V Всероссийской научной конференции «Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды». Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, 2018. стр. 103-106.

9. **Didenko K. A.**, Pogoreltsev A. I. Nonlinear Interaction of Wave Processes in the Middle and Upper Atmosphere. // Proceedings of VI International conference "Atmosphere, Ionosphere, Safety", Kaliningrad, 2018, pp. 177-181.
10. **Диденко К. А.**, Погорельцев А. И. Нелинейное взаимодействие волновых процессов в средней и верхней атмосфере. // Материалы XIII Международной Школы молодых ученых «Физика окружающей среды» им. А. Г. Колесника. Томск: ТЛМ-Пресс, 2018. стр. 36-40.
11. **Диденко К. А.**, Погорельцев А. И., Шевчук Н. О. Внутрисезонная изменчивость мигрирующих и немигрирующих приливов. // Инновационные методы и средства исследований в области физики атмосферы, гидрометеорологии, экологии и изменения климата: Доклады третьей международной конференции с элементами научной школы. Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. стр. 150-154.
12. **Диденко К. А.**, Погорельцев А. И. Анализ нелинейных взаимодействий атмосферных мигрирующих приливов в стратосфере. // Физика окружающей среды: материалы XIV Международной Школы молодых ученых «Физика окружающей среды» им. А.Г. Колесника. – Томск : STT. 2020. С. 19-23.
13. **Диденко К. А.**, Погорельцев А. И. Исследование внутрисезонной изменчивости мигрирующих и немигрирующих приливов. // Сборник трудов Международного симпозиума "Атмосферная радиация и динамика" (МСАРД– 2021). – 2021. с. 148-152.
14. **Диденко К. А.**, Погорельцев А. И. Исследование атмосферных приливов с использованием модельных данных МСВА. // Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы: Материалы XXVII Международного симпозиума. – Томск: Издательство ИОА СО РАН. 2021. С. 96-99.

Диссертация К.А. Диденко представляет собой законченное научное исследование, актуальна, выполнена на высоком научном уровне. Полученные К.А. Диденко результаты и сделанные выводы достоверны и обоснованы.

Диссертация К.А. Диденко отвечает требованиям, предъявляемым ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации к

диссертациям, предусмотренным пунктами 9-14 Положения о порядке присуждения учёных степеней.

Диссертация «Нелинейные взаимодействия стационарных планетарных волн в средней атмосфере» Ксении Андреевны Диденко рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 - «Физика атмосферы и гидросферы».

Заключение принято на научном семинаре метеорологического факультета Российского государственного гидрометеорологического университета.

Присутствовало на заседании 27 человек.

Результаты голосования:

«за» - 27 человек;

«против» - 0 человек,

«воздержались» - 0 человек.

Протокол № 5 от 11 января 2022 года.

Заведующий

Кафедры метеорологических прогнозов,

к.ф.-м.н., доцент

О.Г. Анискина

Профессор

кафедры метеорологических прогнозов,

д.ф.-м.н

С.П. Смышляев

