

УТВЕРЖДАЮ:  
и.о. проректора  
по научной работе  
и инновациям  
к.ф.-м.н. М.В. Демин



2019 г.

**ОТЗЫВ**  
**ведущей организации на диссертационную работу**  
**Кандиевой Каныкей Кубанычевны**  
**«Влияние осцилляции Маддена – Джулиана**  
**на динамику внутритропической стратосферы»,**  
**представленную на соискание ученой степени кандидата**  
**физико-математических наук по специальности**  
**25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология**

Диссертационная работа Кандиевой К.К. посвящена исследованию взаимодействия динамических процессов в системе тропосфера-стратосфера и, в частности, влиянию осцилляции Маддена-Джулиана (ОМД) в низкоширотной тропосфере на динамику внутритропической стратосферы. Научный интерес к изучению таких процессов определяется тем, что в наблюдениях параметров атмосферы установлена связь между усилением активности планетарных волн во внутритропической стратосфере и зимними проявлениями ОМД. Повышение активности планетарных волн, в свою очередь, оказывает влияние на характеристики стратосферного полярного вихря и типы внезапных стратосферных потеплений (ВСП). Несмотря на длительную историю теоретических и экспериментальных исследований механизмов формирования ВСП до настоящего времени нет адекватной физической интерпретации возмущений атмосферных параметров, возникающих в периоды ВСП в различных слоях атмосферы, а также и в ионосфере. Исследования влияния ОМД на циркуляцию зимней стратосферы, развитие и продолжительность периодов ВСП, представленные в диссертации Кандиевой К.К., несомненно, являются актуальными и расширяют физические представления о взаимосвязанных процессах в различных атмосферных слоях.

Исследования Кандиевой К.К. выполнены методами математического моделирования с применением известной численной модели средней и верхней атмосферы, успешно применявшейся в исследованиях динамики планетарных волн.

Кандиевой К.К., на основе наблюдаемых характеристик ОМД, предложена и реализована полуэмпирическая модель теплового источника и выполнен ряд численных экспериментов с целью изучения влияния ОМД на динамику внутритропической стратосферы, развитие и разрушение полярного вихря, особенностей проявления динамических процессов в периоды ВСП.

Созданная модель теплового источника, отражающая наблюдаемые пространственные и временные особенности ОМД, является новым и полезным науч-

ным результатом, который, можно полагать, найдет свое место в теоретических исследованиях динамики тропосферы и стратосферы. Анализ результатов численных экспериментов также позволил получить новые результаты, касающиеся влияния ОМД на развитие явлений ВСП, изменение характеристик полярного вихря.

Диссертация Кандиевой К.К. состоит из введения, четырех глав, заключения.

В первой главе приведен подробный обзор исследований по наблюдениям ОМД, методам идентификации ОМД в метеорологических наблюдениях, морфологических особенностей проявлений ОМД, связи ОМД с квазидвухлетними колебаниями и явлением Эль Ниньо, структуре и механизмам формирования ОМД. В этой главе приводятся подробные сведения о базах метеорологических данных, которые использовались в работе, и численной модели средней и верхней атмосферы, применявшейся в численных экспериментах.

Во второй главе диссертации представлена модель теплового источника в стратосфере, обусловленного ОМД. Кандиева К.К. показала, что поле нагрева, связанного с развитием ОМД, может быть представлено в виде суммы девяти зональных гармоник распространяющихся на восток компонент со средней фазовой скоростью около 5 м/с и средней амплитудой 1,5 К/сут и, на основе анализа многолетних данных, сделала вывод о том, что модель теплового источника ОМД в виде колебания с периодом 45 суток и зональным волновым числом  $m = 2$  соответствует основным характеристикам ОМД. Полученный научный результат представляется важным, с точки зрения, включения дополнительного источника нагрева тропосферы-стратосферы в модели общей циркуляции нижней и средней атмосферы.

Третья глава диссертации посвящена модельным исследованиям влияния ОМД и квазидвухлетнего колебания (КДК) метеорологических параметров тропосферы на динамику внетропической стратосферы. Результаты Кандиевой К.К. показывают, что включение теплового источника ОМД ведет к повышению устойчивости стратосферного полярного вихря и снижению амплитуды аномалий температуры, а также, что совместный учет тепловых источников, определяемых ОМД и КДК, приводит, в зависимости от фазы КДК, к более поздним срокам развития ВСП и увеличению продолжительности его существования.

В четвертой главе диссертации приводятся результаты статистического анализа связей ОМД с поведением полярного стратосферного вихря. Кандиева К.К. показала, что изменение интенсивности полярного вихря совпадает со стадиями развития облачности, наблюдаемыми во время ОМД, а так же что ОМД влияет на дату весенней перестройки.

В целом, результаты исследований, представленные в диссертации, обладают несомненной научной новизной. Предложена полезная модель теплового источника в термосфере, обусловленная развитием ОМД. Полученные результаты демонстрируют важную роль ОМД в динамике внетропической стратосферы, выявляют связи динамических процессов в тропосфере и полярной стратосфере, дают новые представления о динамике развития внезапных стратосферных потеплений и их связи с ОМД.

Существенных замечаний по диссертации Кандиевой К.К. нет. Все положения диссертации, выносимые на защиту, физически и математически обоснованы и обладают научной новизной.

Вместе с тем, по диссертации Кандиевой К.К. следует сделать следующие замечания.

1. В описании нижних граничных условий в расчетах по модели верхней и средней атмосферы указывается, что выполнялась процедура осреднения параметров, но не указывается по каким переменным она проводилась.

2. В аналитических выражениях для структуры теплового источника ОМД (стр. 47, формула (7)) сделана ошибка в определении угловой скорости –  $\omega$ , а также не поясняются особенности расчета зональной структуры источника – функция Гаусса не является периодической функцией.

3. В описании этапов выделения сигналов ОМД (стр. 50) говорится о разложении данных нагрева на зональные гармоники, используя метод наименьших квадратов, что неверно отражает суть выполненных процедур. К тому же не поясняется, откуда берется «параметризационная формула».

4. В примере, поясняющем процедуру разделения волн бегущих на запад и на восток (стр. 51, формулы (8) – (10)) допущены ошибки в записи формул.

Отмеченные недостатки касаются главным образом оформления работы и не влияют на основные теоретические и практические результаты, выносимые на защиту.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертация Кандиевой К.К. является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором на высоком научном уровне. В работе получены важные научные результаты. Диссертационная работа Кандиевой К.К. «Влияние осцилляции Маддена – Джулиана на динамику внетропической стратосферы» соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Кандиева Каныкей Кубанычевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология.

Отзыв на диссертацию заслушан и утвержден на заседании ученого совета Института физико-математических наук и информационных технологий БФУ им. И. Канта (протокол № 1/19 от 22 февраля 2019 г.).

Отзыв составил:

Д.ф.-м.н., профессор Института  
физико-математических наук  
и информационных технологий  
БФУ им. И. Канта

Карпов Иван Викторович

Подпись И.В. Карпова заверяю  
Д.ф.-м.н., директор Института  
физико-математических наук  
и информационных технологий  
БФУ им. И. Канта



Юров Артем Валерианович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»  
Адрес: 236016, Российская Федерация, Калининград, ул. А. Невского, д. 14  
Телефон: (4012) 595-595. E-mail: post@kantiana.ru