

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Зюляевой Юлии Анатольевны «СТАТОСФЕРНО-ТРОПОСФЕРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В РАЗЛИЧНЫЕ ФАЗЫ ТИХООКЕАНСКОГО ДЕСЯТИЛЕТНЕГО КОЛЕБАНИЯ», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 - «Физика атмосферы и гидросфера»

Диссертационная работа Ю.А. Зюляевой посвящена решению фундаментальной задачи физики атмосферы о влиянии долгопериодных колебаний температуры поверхности океана на атмосферу, проявлению этих колебаний в динамических процессах стрatosферы и последующим (возможным) проявлением этих процессов в тропосфере. В атмосфере низких широт наблюдается целый ряд естественных долгопериодных колебаний, таких как Эль-Нинью Южное колебание (ЭНЮК), Осцилляция Маддена-Джулиана (МДО), Квази-Двухлетнее Колебание (КДК), влиянию которых на динамические процессы, протекающие во внутропической стратосфере, посвящено много работ. Известно также Тихоокеанское Десятилетнее Колебание (ТДК) температуры поверхности океана, которое должно сказываться на динамических процессах в тропосфере, а возможно и в стратосфере, но этот вопрос недостаточно исследован. Диссертационная работа Зюляевой Ю.А. в значительной степени заполняет существующий пробел. В последние годы, после того как выяснилось что учет стратосферы в задачах долгосрочного прогноза погоды приводит к улучшению предсказуемости, возрос интерес к проблеме стратосферно-тропосферного взаимодействия. Поэтому рассмотрения цепочки связей ТДК - динамические процессы в стратосфере - синоптическая ситуация в тропосфере является актуальной задачей и имеет важное практическое значение. Методики для анализа указанных связей, предложенные и реализованные в диссертации Зюляевой Ю.А. являются принципиально новыми и открывают новые перспективы для учета стратосферных процессов в задачах долгосрочных прогнозов погодных условий.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения.

Введение посвящено формулировке цели диссертационной работы и постановке решаемых задач, обосновывается актуальность, новизна, теоретическая и практическая значимость. Сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава диссертации посвящена вопросам стратосферно-тропосферного взаимодействия и возможности учета стратосферных процессов в задачах прогнозирования синоптических процессов в тропосфере на различных временных масштабах. Рассмотрены вопросы влияния квазистационарных планетарных волн на формирование и структуру стратосферного полярного вихря (СПВ), методика диагностики распространения этих волн на основе анализа трехмерного потока волновой активности Пламба. Сделан вывод, что прогностический потенциал стратосферы реализуется только в сезоны активного взаимодействия стратосферы и тропосферы – зимой в северном полушарии и весной в южном. Рассмотрены процессы, ответственные за

генерацию планетарных волн и сделан вывод, что «основную роль в формировании планетарных волн играют термические неоднородности температуры поверхности океана, например ТДК». Забегая вперед, отмечу, что тут я не совсем согласен – все же основную роль играет орография, вернее обтекание орографических неоднородностей зональным потоком. Но орография постоянна, т.е. ТДК может играть основную роль в ИЗМЕНЧИВОСТИ генерации планетарных волн. Однако я согласен с Зюляевой Ю.А., что учет влияния ТДК на условия формирования и распространения планетарных волн может оказаться на формировании СПВ и в дальнейшем на синоптических процессах в тропосфере через цепочку стратосферно-тропосферных связей.

Вторая глава посвящена исследованию климатической и межгодовой изменчивости интенсивности СПВ. Обоснован выбор для анализа данных японского реанализа JRA55, рассмотрены методики определения индекса СПВ, предложен модифицированный метод определения края СПВ и выполнен анализ изменчивости интенсивности СПВ с использованием стандартного и предложенного в диссертации индексов. Показано, что климатические тренды, рассчитанные с использованием стандартного и нового индексов СПВ различаются (отрицательный тренд среднезонального индекса и положительный тренд, учитывающий смещение СПВ). Полученный результат указывает на то, что среднезональный поток в последние десятилетия ослабевает, но усиливается амплитуда планетарной волны с зональным волновым числом 1. Усиление волнной активности должно приводить также к усилению нелинейного взаимодействия этой волны со средним потоком, т.е. к усилению нерегулярности стратосферной динамики, что в конечном итоге через процессы стратосферно-тропосферного взаимодействия должно приводить к нерегулярности динамических процессов в тропосфере и ухудшению предсказуемости. В качестве замечания отмечу, что из текста диссертации непонятно по каким данным оценивалась статистическая значимость полученных трендов – по исходным данным или по сглаженным, представленным на Рис. 2.8. Дело в том, что представленная на рисунке межгодовая изменчивость очень сильная и статистическая значимость, рассчитанная по исходным данным должна быть низкой, а отмечается, что наблюдаемые тренды значимы. В этой же главе рассмотрены тренды по коротким выборкам данных, что представляется неоправданным. Да, наблюдается хорошо выраженная десятилетняя вариация индексов СПВ, но анализировать ее с использованием расчета трендов по коротким выборкам представляется неразумным. Скорее всего, надо использовать, например, вейвлет анализ.

В третьей главе рассматриваются процессы (предвестники), ответственные за формирование экстремально сильного/слабого СПВ при различных фазах ТДК. Анализ выполнен на основе расчетов 1-й компоненты эмпирических ортогональных функций (ЭОФ) вертикальной компоненты трехмерного потока волновой активности Пламба. Получено, что в начале зимнего сезона (ноябрь-декабрь) состояние СПВ определяется вертикальным потоком волновой активности в предыдущий месяц, тогда как во второй половине зимы состояние СПВ определяет условия распространения планетарных волн. Сделан вывод, что 1-ая компонента ЭОФ вертикальной составляющей потока волновой активности может быть использована как предиктор состояния СПВ в ранние зимние месяцы только при отрицательной фазе ТДК. Отмечено также, что в различные фазы ТДК наблюдаются отличия в локализации по долготе усиления планетарной волны с

зональным волновым числом 2. В заключении главы отмечается, что при высоких значениях индекса ТДК (больше 9) возможно влияние ЭНЮК за счет усиления выделения скрытого тепла в тропиках.

В четвертой главе рассмотрена долгопериодная изменчивость состояния СПВ и обсуждается возможное влияние стратосферы на динамические процессы в тропосфере. Подробно описан алгоритм кластеризации состояния СПВ на основе метода машинного обучения. В результате выполненного анализа на основе данных JRA55 были построены 12 кластеров состояния СПВ и проведен анализ их характерных особенностей. Приведена структура СПВ для всех 12 кластеров и сделан вывод, что первые 3 кластера соответствуют основным событиям внезапных стратосферных потеплений (ВСП). Причем кластеры 1 и 3 относятся к ВСП со смещением (доминирует планетарная волна 1), а кластер 2 соответствует ВСП с расщеплением (усиlena планетарная волна 2). Следует, однако, отметить, что кластеры 1 и 3 описывают 4.9% выборки, а кластер 2 - 5.6%. Известно, что ВСП чаще наблюдаются со смещением, т.е. доминирует планетарная волна 1, возможно, к основным потеплениям следует отнести и кластер 4 (13.5% выборки). Предложенная методика анализа состояния СПВ является новой и требует дальнейшего анализа и интерпретации. В этой же главе выполнен анализ зависимости эффективности стратосферно-тропосферного взаимодействия от типа кластеров. Сделан вывод, что при смещении СПВ в сторону Евразии (кластеры 4 и 8) наблюдаются длительные аномалии синоптической активности с положительными значениями в районе Скандинавского полуострова и с отрицательными в районе Средиземного моря. Несомненно, предложенный подход имеет практическую значимость и перспективен для дальнейшего рассмотрения влияния стратосферных процессов на тропосферные аномалии. Отмечается также увеличение частоты повторяемости сильного СПВ со смещением, что согласуется с результатами, представленными в главе 2.

В заключении сформулированы результаты, полученные в работе.

Диссертация Зюляевой Ю.А. мне понравилась, проделана огромная работа и замечаний «по существу» у меня нет. Частично свои комментарии/замечания я уже высказал по тексту отзыва. Здесь только хотел бы отметить некоторые неточности в формулировках. По тексту неоднократно встречались фразы о распространении волновой активности или энергии – распространяются волны, которые переносят волновую активность и/или энергию. Есть некоторая путаница в интерпретации потока волновой активности – говорится, что он характеризует групповую скорость, если его разделить на плотность волновой энергии (делить надо на плотность волновой активности).

В начале главы 3 написано, что первоначально обращается зональный поток, а том уже нагреваются высокие широты на стратосферных высотах. По классическому сценарию, предложенному Мацуно все же вначале усиливается вертикальный поток волновой активности, который пропорционален потоку тепла к полюсу, нагревается полярная область, что ведет к изменению широтного градиента температуры и затем через изменение широтного градиента давления или геопотенциала, к ослаблению и/или обращению зонально потока.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации. Полученные в диссертации результаты полностью опубликованы.

Отмеченные замечания, однако, не умаляют достоинства работы в целом и не снижают научную значимость и новизну полученных результатов.

Считаю, что диссертационная работа Зюляевой Ю.А. является законченным научным исследованием, соответствует паспорту специальности 25.00.29-«физика атмосферы и гидросфера» и требованиям 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020), для ученой степени кандидата наук. Автор диссертации Юлия Анатольевна Зюляева заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29-«физика атмосферы и гидросфера».

Погорельцев Александр Иванович
доктор физико-математических наук
по специальности 25.00.29,
профессор кафедры метеорологических прогнозов,
метеорологического факультета
Российского государственного
гидрометеорологического университета

09.11.2020


A.I. Погорельцев

Адрес места работы: 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский просп., 98
Рабочий телефон: (812) 633-01-74
Электронный адрес: apogor@rshu.ru

Я, Погорельцев Александр Иванович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

09.11.2020


A.I. Погорельцев

Подпись А.И. Погорельцева удостоверяю:

Ученый секретарь РГГМУ

Е.Г. Алексеева

