

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения

«Гидрометеорологический научно-
исследовательский центр Российской
Федерации»

С.В. Борщ

«17» ноября 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации» на диссертационную работу
Собаевой Дарьи Антоновны

«Влияние крупномасштабных аномалий температуры поверхности Тихого океана на динамику стратосферно-тропосферного взаимодействия в Северном полушарии в модельных экспериментах», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

Актуальность темы работы. Актуальность темы диссертационной работы, посвященной исследованию физических механизмов влияния крупномасштабных аномалий температуры поверхности океана (ТПО) в тропической зоне Тихого океана на процессы тропосферно-стратосферного взаимодействия, определяется тем, что без понимания таких механизмов невозможно построение надежных методов прогнозирования изменчивости атмосферы и всей климатической системы на сроки свыше 10 дней. В работе исследуется вопрос о том, как моды внутренней изменчивости климатической системы, такие как стратосферный полярный вихрь (СПВ), Эль-Ниньо–Южное колебание (ЭНЮК) и Тихоокеанские десятилетние колебания (ТДК), могут определять эволюцию компонентов климатической системы на длительных масштабах времени.

Структура и содержание работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 243 наименований. Объем диссертации составляет 153 страниц текста, включая 7 таблиц и 69 рисунков.

Во Введении приводятся сведения об актуальности темы исследования, степени её разработанности, целях и задачах работы, научной новизне, теоретической и практической значимости работы, методах исследования, положениях, выносимых на защиту, степени достоверности и апробации результатов работы, личном вкладе автора и публикациях по теме диссертации.

Первая глава диссертации посвящена факторам влияния на стратосферно-тропосферное взаимодействие. Рассматриваются характеристики стратосферного полярного вихря. Приведен обзор работ по основным факторам, влияющим на динамику тропосферно-стратосферного взаимодействия, таким как Эль-Ниньо–Южное колебание, Тихоокеанское десятилетнее колебание и квазидвухлетнее колебание. Последнее, впрочем, как указывает автор, не представляет собой объект исследования в рамках данной работы.

Во второй главе диссертации дается краткое описание платформы Isca для моделирования глобальной циркуляции атмосферы. Описываются используемые в работе

атмосферные реанализы и данные о температуре поверхности океана. Приводятся сведения о численных экспериментах по моделированию влияния канонического Эль-Ниньо и Эль-Ниньо Модоки на Тихоокеанское десятилетнее колебание (ТДК). Делается вывод, что события Эль-Ниньо вызывают усиление ТДК. Также в этой главе анализируются характеристики стратосферного полярного вихря и индекса Арктической осцилляции. Дается описание метода спектральной полосовой фильтрации Ланцоша.

В третьей главе диссертации анализируется отклик динамики стратосферно-тропосферного взаимодействия на крупномасштабные положительные аномалии ТПО в экваториальной части Тихого океана. Описываются результаты модельных экспериментов по динамике планетарных волн и стратосферной динамике. Показано, что в условиях увеличенных аномалий ТПО, соответствующих каноническому Эль-Ниньо, зимой в тропосфере наблюдается формирование одной волновой структуры, распространяющейся с северо-запада на юго-восток над Тихим океаном. В отличие от этого, в другом эксперименте присутствует две волновые структуры. Для оценки количества волновой энергии, приходящей в Арктический регион, вводятся в рассмотрение меридиональный и вертикальный компоненты потока волновой активности Пламба. На основе ЭОФ-анализа вертикальной компоненты потока волновой активности Пламба показано, что в обоих экспериментах главную роль играет волна 2.

В четвертой главе диссертации анализируется отклик стратосферно-тропосферного взаимодействия на совместное влияние положительной фазы ЭНЮК и Тихоокеанского десятилетнего колебания (ТДК). Рассматривается влияние ТДК на интенсивность стратосферного полярного вихря. Сделан вывод, что положительные аномалии ТПО приводят к значимому ослаблению стратосферного полярного вихря.

Основные результаты и их значимость.

Основные научные результаты, полученные автором:

1. На основе численных экспериментов, полученных с помощью апробированной модели атмосферной циркуляции, показано влияние локализации океанического сигнала, соответствующего событиям канонического Эль-Ниньо и Эль-Ниньо Модоки, на крупномасштабную динамику тропосферы и, как следствие, на процессы тропосферно-стратосферного взаимодействия в Северном полушарии.
2. Представлен механизм распространения сигнала из низких широт в высокие и в среднюю атмосферу в результате тропосферно-стратосферного взаимодействия.
3. Выявлены основные различия во взаимодействии волн Россби, обусловленного глубокой конвекцией в экваториальной зоне Тихого океана для канонического Эль-Ниньо и Эль-Ниньо Модоки.
4. Определены количественные характеристики фокусировки волновой активности в полярную область и количественные оценки изменения интенсивности стратосферного полярного вихря Северного полушария для событий Эль-Ниньо Модоки и канонического ЭНЮК.

Результаты проведенных исследований в совокупности представляют собой решение важной научной задачи, относящейся к выявлению физических механизмов, определяющих формирование аномалий интенсивности стратосферного полярного вихря для двух типов ЭНЮК. Прогнозирование внезапных стратосферных потеплений в Северном полушарии, которые являются одним из важных источников предсказуемости тропосферной динамики на субсезонном масштабе, может улучшиться за счет учета исследованных в работе механизмов.

Новизна. К числу новых результатов можно отнести основанное на численных экспериментах с моделью Isca детальное описание влияния локализации положительных

аномалий ТПО в экваториальной зоне Тихого океана при разных типах Эль-Ниньо на процессы тропосферного-стратосферного взаимодействия в Северном полушарии. Новой является и предложенная концептуальная схема тропосферного-стратосферного взаимодействия, объясняющая механизм распространения сигнала из низких широт к полюсу и в среднюю атмосферу.

Рекомендации по использованию полученных результатов.

Полученные в диссертационной работе результаты могут найти применение для развития методов долгосрочных метеорологических прогнозов с использованием гидродинамических моделей, включающих описание процессов тропосферно-стратосферного взаимодействия в Северном полушарии.

Замечания по диссертации и автореферату:

Диссертационная работа не лишена недостатков.

Основные замечания

1. Три защищаемых положения (1,4,5), связанные с аномалиями стратосферного полярного вихря, логически могли бы быть объединены в одно.
2. Формулировка достоверности полученных результатов в диссертации и автореферате через «использование одной из наиболее развитых атмосферных моделей с динамическим ядром...» не бесспорна, поскольку модель имеет довольно низкое спектральное и вертикальное разрешение, не позволяющее качественно воспроизводить стратосферную динамику, а также квазидвухлетнее колебание, что автор признает на с.44.
3. При описании модельных экспериментов часто используются не вполне корректные утверждения о том, что «модель хорошо воспроизводит...». При этом уточняется, например, что амплитуда воспроизводимых возмущений ниже фактической (по данным реанализа), а траектории расположены севернее. Непонятно в таком случае, каков критерий «хорошего» модельного воспроизведения. Тем более, что на с.73-74 приведены весьма значительные погрешности модельного воспроизведения полей температуры (до 30⁰С) и ветра (до 30-40 м/с) по данным контрольного эксперимента.
4. Не вполне оправдан выбор сравнимых величин аномалий ТПО для двух типов ЭНЮК: если в реальности они разные, то и их влияния тоже должны отличаться. В тексте говорится, что «некоторые работы показывают отсутствие значимого влияния Эль-Ниньо Модоки на арктическую стратосферу [94; 95]». Если модель не воспроизводит адекватно процессы, обусловленные фактическими аномалиями ТПО, то логично увеличивать их на один и тот же коэффициент (в том числе и для ТДК).
5. Вызывает вопросы утверждение о том, что «добавление увеличенных аномалий ТПО канонического Эль-Ниньо и Эль-Ниньо Модоки к среднеклиматическим среднемесячным значениям ТПО во все месяцы года» оправдано при моделировании, когда, согласно тексту диссертации, «длительность каждого эксперимента составляла 100 лет». Нет обоснования необходимости экспериментов продолжительностью 100 лет при естественном цикле ЭНЮК не более 7 лет, а также в противоречащем природе добавлении аномалий каждый месяц и каждый год. Отсутствует доказательство правомерности сравнения результатов по выборкам различной длины (100 лет и 63 года).
6. В заключении отсутствуют выводы по результатам экспериментов в период Ла-Нинья, хотя такие эксперименты проводились и их описание содержится в тексте диссертации.
7. В обзорной части работы и в списке литературы мало ссылок на работы российских авторов (12 работ плюс 5 статей диссертанта из 243 ссылок). Присутствует всего одна ссылка на известного российского специалиста по исследованиям стратосферы П.Н.

Варгина. Отсутствуют ссылки на В.Н. Крыжова и других исследователей дальних связей в атмосфере. При этом в главах 1 и 2 достаточно много ссылок на зарубежные работы, не имеющие непосредственного отношения к теме диссертации. Отдельно стоит упомянуть описание на стр.50 метода оптимальной интерполяции, разработанного в СССР в начале 60-х годов Л.С. Гандиным, без ссылки на автора.

Частные замечания

1. Работа не лишена орфографических, пунктуационных и стилистических погрешностей, а также опечаток и повторений. Например, интенсивность СПВ объяснена дважды на с.57 и с.62. В качестве примера явной опечатки (надеюсь, что это не заблуждение автора) можно назвать утверждение, что «температура на верхней границе стратосферы достигает 273 градусов Цельсия» (с.21).
2. Автор злоупотребляет прилагательным «средний», часто ошибочно сочетая его с прилагательным «климатический» (пример тавтологии: «среднее значение климатологии», «среднеклиматический» - с.53, 54). Подпись под рисунком на с.75 «Среднегодовое (63 года) среднесезонное (декабрь-февраль) среднесезонное значения температуры» следовало бы заменить на ... «Широтно-высотный разрез значений температуры, осредненных за зимний сезон для 63-летнего периода».
3. В качестве примеров нарушений стиля можно привести выражения «флуктуации ТДК наиболее энергичны» (с.35), «схемы регулировки влажной и сухой конвекции» на с.42 (должно быть «... схемы влажного и сухого приспособления для описания конвекции.»). При описании оптимальной интерполяции следует употреблять термин «первое приближение», а не «первое предположение» (с.51). Непонятно, что такое «летние пассивные микроволновые поля» (с.49) и «смешанный продукт» (с.51). В научной работе не следует употреблять сленг: «Азоры» вместо «Азорские острова» (с.44). Период с ноября по апрель логичнее называть не «расширенным зимним периодом», а «расширенным холодным» или просто «холодным» периодом.
4. В ряде мест диссертации применяется терминология, не используемая в отечественной научной литературе и часто являющаяся некорректным переводом с английского: annular mode – переводится на русский язык как «кольцевая», а не «круговая» мода (с.21), термин «шторм-трек» в русском языке означает «циклоническая траектория», Met Office – это национальная метеорологическая служба Великобритании, а не просто «Метеорологическое бюро» (с.48,49) без указания принадлежности к государству. Недопустимо использовать английские термины без перевода и разъяснений, например, «bucket модель» (с.43).
5. Встречаются неточности в оформлении графического материала. Например, отсутствуют подписи изолиний на рис.2.4 (с.51), ссылка на источник в подписи заимствованного рис.2.1 на с.45.
6. Не выдерживается единообразие ссылок на литературные источники. Ссылки по номерам чередуются со ссылками по фамилиям авторов.

Заключение по диссертационной работе.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация Дарьи Антоновны Собаевой представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой выполнены исследования, относящиеся к выявлению и анализу физических механизмов отклика динамики стратосферно-тропосферного взаимодействия в Северном полушарии на крупномасштабные аномалии температуры поверхности Тихого океана в экваториальной зоне. Полученные диссертантом новые научные результаты могут, в случае их подтверждения на других моделях, найти применение для развития методов метеорологических прогнозов на субсезонном масштабе.

Обоснованность полученных результатов определяется использованием ранее апробированной гидродинамической модели, известных статистических методов, включающих оценки статистической значимости, и экспериментальных данных, включающих наблюдения ТПО и реанализы метеорологических полей.

Содержание работы и полученные научные результаты соответствуют паспорту научной специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате. Эти результаты опубликованы в 5 работах, удовлетворяющих требованиям ВАК.

Автореферат адекватно отражает содержание диссертации в части её основных результатов.

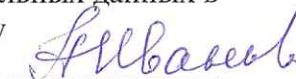
Таким образом, можно заключить, что представленная диссертация «Влияние крупномасштабных аномалий температуры поверхности Тихого океана на динамику стратосферно-тропосферного взаимодействия в Северном полушарии в модельных экспериментах» отвечает требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а ее автор, Собаева Дарья Антоновна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

Доклад Д.А. Собаевой по диссертации и отзыв на неё обсуждались на заседании общегосударственного семинара по моделированию и прогнозу крупномасштабных гидрометеорологических процессов и климата ФГБУ «Гидрометцентр России» 11 ноября 2025 г.

Отзыв подготовили:

Главный научный сотрудник отдела авиационной метеорологии ФГБУ «Гидрометцентр России» доктор физико-математических наук, специальность 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология		Иванова Анна Рудольфовна
--	--	--------------------------

Я, Иванова Анна Рудольфовна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их обработку



Научный руководитель ФГБУ «Гидрометцентр России» доктор технических наук, специальность 20.02.09 – Гидрометеорологическое и геодезическое обеспечение боевых действий		Вильфанд Роман Менделевич
---	--	---------------------------

Я, Вильфанд Роман Менделевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их обработку



Главный научный сотрудник отдела морских гидрологических прогнозов ФГБУ «Гидрометцентр России» доктор физико- математических наук, специальность 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы		Реснянский Юрий Дмитриевич
---	--	-------------------------------

Я, Реснянский Юрий Дмитриевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их обработку



Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации» (ФГБУ «Гидрометцентр России»)
 Адрес: 123376, Россия, Москва, Большой Предтеченский переулок, д.13, строение 1
 Тел.: +7 (499) 252-34-48 Факс: +7 (499) 255-15-82 Эл. почта: hmc@metcom.ru
 Интернет-сайт <https://meteoinfo.ru>

Собственноручные подписи А.Р. Ивановой, Р.М. Вильфанда, Ю.Д. Реснянского, удостоверяю

Заместитель директора ФГБУ
 «Гидрометцентр России»



Д.Б. Киктев