

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.197.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ФИЗИКО-
МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

Аттестационное дело № _____

(проставляется Минобрнауки РФ)

Решение диссертационного совета от 30.09.2022 г., № 80

О присуждении Яковлеву Андрею Романовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Влияние долгопериодных и короткопериодных изменений температуры поверхности океана на структуру и состав атмосферы»** по специальности 25.00.30 Метеорология, климатология, агрометеорология принята к защите 20.07.2022 (протокол заседания №75) диссертационным советом Д 212.197.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 192007, Россия, Санкт-Петербург, ул. Воронежская, дом 79 (приказ № 1361/нк от 15 декабря 2021 года).

Соискатель – **Яковлев Андрей Романович**, гражданин РФ, 1991 года рождения, в 2014 году окончил Российский государственный гидрометеорологический университет и получил диплом специалиста по

направлению подготовки 02.06.02 – Метеорология, в 2016 - магистратуру по направлению подготовки 05.04.05 Прикладная гидрометеорология, в 2019 году соискатель окончил аспирантуру Российского государственного гидрометеорологического университета по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология.

Диссертация «Влияние долгопериодных и короткопериодных изменений температуры поверхности океана на структуру и состав атмосферы» выполнена на кафедре метеорологических прогнозов метеорологического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Смышляев Сергей Павлович, профессор кафедры метеорологических прогнозов ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет».

Официальные оппоненты:

Грицун Андрей Сергеевич, доктор физико-математических наук, заместитель директора по науке Института вычислительной математика им. Г.И. Марчука Российской академии наук,

Зубов Владимир Аркадьевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник отдела динамической метеорологии и климатологии (ОДМК) Главной Геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральная аэрологическая обсерватория», город Долгопрудный, в своем положительном отзыве, утверждённым и.о. директора ФГБУ «ЦАО» Вязанкиным Антоном Сергеевичем, составленным и подписанном Юшковым Владимиром Александровичем, кандидатом физико-математических наук, заведующим отделом физики высоких слоёв

атмосферы ФГБУ «ЦАО», обсуждённым и одобренным на объединённом семинаре Отдела физики высоких слоёв атмосферы и Отдела исследования состава атмосферы ФГБУ «ЦАО» 7 июля 2022 года (протокол №1 от 4 августа 2022 года) указала, что диссертация Яковлева Андрея Романовича «Влияние долгопериодных и короткопериодных изменений температуры поверхности океана на структуру и состав атмосферы» является законченным научным исследованием, её результаты обладают высокой практической значимостью и новизной, а её автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.30 Метеорология, климатология, агрометеорология.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, опубликовано 7 статей:

1. Яковлев А.Р., Смышляев С.П. Численное моделирование глобального воздействия океана и явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья на структуру и состав атмосферы // Учёные записки РГГМУ, № 49, 2017, с. 58-72.
2. Яковлев А.Р., Смышляев С.П. Влияние Южной осцилляции на динамику стратосферы и озоновый слой Арктики // Известия РАН. Физика атмосферы и океана, №55 (1), 2019, с. 85-97.
3. Jakovlev A.R., Smyshlyayev S.P. Simulation of influence of ocean and El-Nino – Southern oscillation phenomenon on the structure and composition of the atmosphere // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (EES), CITES-2019, 386 (2019) 012021.
4. Яковлев А.Р., Смышляев С.П. Численное моделирование воздействия Мирового океана на температуру и содержание озона в нижней и средней атмосфере // Метеорология и гидрология, Выпуск №9, 2019, с. 25-37.
5. Smyshlyayev S.P., Galin V.Y., Blakitnaya P.A., Jakovlev A.R. Numerical Modeling of the Natural and Manmade Factors Influencing Past and Current Changes in Polar, Mid-Latitude and Tropical Ozone // Atmosphere 2020, 11(1), 76, <https://doi.org/10.3390/atmos11010076>

6. Смышляев С.П., Блакитная П.А., Моцаков М.А., Яковлев А.Р., Черепова М.В. Моделирование изменчивости газового состава атмосферы в РГГМУ // Гидрометеорология и экология, №60 (3), 2020, с. 219-240.

7. Jakovlev A.R., Smyshlyayev S.P., Galin V.Y. Interannual Variability and Trends in Sea Surface Temperature, Lower and Middle Atmosphere Temperature at Different Latitudes for 1980–2019 // Atmosphere 2021, 12, 454. <https://doi.org/10.3390/atmos12040454>

Все публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают её основные положения, выполнены соискателем самостоятельно. В работах, выполненных в соавторстве, соискатель определял направление исследований и разрабатывал основное содержание. Недостоверных сведений в опубликованных соискателем учёной степени работах не выявлено.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов:

1. Отзыв Розанова Евгения Владимировича, кандидата физико-математических наук, заведующего лабораторией «Исследований озонового слоя и верхней атмосферы» Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ).

Отзыв – положительный. Замечание:

к недостаткам автореферата можно отнести недостаточное внимание, уделённое сравнению результатов численного моделирования и данных реанализа.;

2. Отзыв Волобуева Дмитрия Михайловича, кандидата физико-математических наук, старшего сотрудника Главной (Пулковской) обсерватории.

Отзыв – положительный. Замечания:

желательно было подробнее рассмотреть факторы, влияющие на изменения температуры поверхности океана и их связь с изменениями в атмосфере. В частности, акцентируя внимание на полярных районах (цели 2 и 4, указанные в автореферате), полезно было бы сравнить эффект усиления

полярного потепления, полученного в защищаемом положении 2 с известным эффектом полярного усиления, обусловленном положительной обратной связью через альбедо. Кроме того, автореферат содержит ряд опечаток, в частности Стр. 2 «...директора по науке Института вычислительной математика...», Стр.9 «Результаты исследований показывает (Зубов В.А. и др., 2011), что...».

3. Отзыв Куликова Михаила Юрьевича, доктора физико-математических наук, заведующего лабораторией атмосферных исследований Института прикладной физики РАН.

Отзыв – положительный. Замечание:

в автореферате не представлен анализ причин длиннопериодных и короткопериодных изменений температуры поверхности океана.

4. Отзыв от Федерального государственного бюджетного военно-образовательного учреждения высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации, составленный и подписанный начальником кафедры Технологии и средств геофизического обеспечения ВКА им. Можайского, доктором технических наук, профессором Готюрком И.А. и преподавателем кафедры Технологии и средств геофизического обеспечения ВКА им. Можайского, кандидатом технических наук, доцентом Борисовым А.А. и утверждённый заместителем начальника ВКА им. Можайского по учебной и научной работе Кулешовым Ю.В.

Отзыв – положительный. Замечания:

- в автореферате отсутствует обоснование выбора химико-климатической модели, используемой для моделирования влияния изменений температуры поверхности океана на физические и химические процессы, происходящие в атмосфере.

- в автореферате не представлены оценки результатов моделирования, на основании которых автором делается вывод о корректном

воспроизведении моделью основных процессов в атмосфере, связанных с реакцией атмосферы на тренд ТПО.

- из текста автореферата не вполне понятно, как была получена оценка коэффициента корреляции между температурой поверхности океана и температурой воздуха в тропосфере.

5. Отзыв от Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет (ДФУ)», составленный и подписанный доцентом департамента наук о Земле Института Мирового океана ДФУ, кандидатом географических наук Василевской Л.Н. и доцентом департамента наук о Земле Института Мирового океана ДФУ, кандидатом географических наук Лисиной И.А.

Отзыв – положительный. Замечания:

- в работе указывается на то, что соискатель изучает изменение «состава атмосферы», полагаем, что вернее было бы указать на изменение «концентрации малых газов атмосферы».

- не указывается на временной интервал проявления отклика в тропосфере и стратосфере удаленных районов на явления Южного колебания.

- количественно не указывается на «ослабление СПВ на 64 широте» - стр.15

- в 4 главе (в автореферате) не показано какое количество событий Эль-Ниньо и Ла-Ниньо проанализировано.

- на рис.7 не указано за какой период получены результаты.

- иногда указывается на «перенос температуры», правильнее - «перенос тепла».

- ряд редакционных замечаний.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральная аэрологическая обсерватория», город Долгопрудный, широко известна своими

достижениями в области изучения циркуляции атмосферы, особенностей атмосферных процессов в отдельных регионах земного шара, прогнозирования погоды, исследования крупномасштабных гидродинамических процессов и явлений, мониторинга озонового слоя, и способна определить научную и практическую ценность диссертации.

Выбор официальных оппонентов обосновывается следующим:

заместитель директора ИВМ РАН доктор физико-математических наук Грицун Андрей Сергеевич является компетентным специалистом в области моделирования атмосферных процессов и взаимодействия атмосферы и океана,

старший научный сотрудник ОДМК Главной Геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова кандидат физико-математических наук Зубов Владимир Аркадьевич является компетентным специалистом в области моделирования динамических и химических процессов в атмосфере.

Оппоненты являются компетентными в вопросах динамической метеорологии и моделировании атмосферных процессов, в процессах взаимодействия атмосферы и океана и химии атмосферы, а также имеют публикации в исследуемой соискателем области и способны определить научную и практическую ценность полученных научных результатов диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований изложены научно-обоснованные решения и положения, имеющие существенное значения для развития страны в области физики атмосферы и климатологии:

1. Изменения температуры поверхности океана приводят к откликам в температуре воздуха и содержании озона не только в тропосфере, но и в стратосфере, и на разных широтах, однако наиболее заметны в полярных районах. Фазы Эль-Ниньо и Ла-Нинья приводят к повышению и понижению температуры воздуха соответственно в тропической тропосфере, что приводит к повышению и понижению температуры воздуха в разных

широтных зонах, и в стратосфере. В результате этого появляются отклики в температуре воздуха, оказывающие влияние на содержание озона в стратосфере, которые связаны с Эль-Ниньо Южным колебанием (ЭНЮК) в Северном полушарии. Тренды температуры и содержания озона в арктической стратосфере идут на незначительное повышение, в отличие от результатов, полученных для других регионов.

2. Короткопериодные колебания температуры поверхности океана в тропиках (в положительную и отрицательную фазы ЭНЮК) приводят к повышению/понижению температуры воздуха в тропосфере и усилению/ослаблению потоков тепла и массы в стратосфере, способствуя усилению/ослаблению остаточной циркуляции и ослаблению/усилению зонального ветра на границе полярной области, а также к усилению/ослаблению потоков волновой активности, ослабляющей/укрепляющей полярный вихрь, что способствует повышению/понижению температуры стратосферы и содержания озона в полярных районах. Показано, что ЭНЮК оказывает влияние на стратосферу посредством изменения вертикальных потоков тепла в стратосферу, которые приводят к изменению термодинамического состояния стратосферы. Они, в свою очередь, оказывают воздействие на зональный ветер, что способствует неустойчивости полярного вихря, и усиливают меридиональный перенос (остаточную циркуляцию), что способствует усилению циркуляции Брюера-Добсона, увеличению количества стратосферных потеплений и содержания озона. Также усиливается поток волновой активности, способствуя разрушению полярного вихря из-за торможения зонального потока, что также способствует увеличению содержания озона. При Ла-Нинья потоки тепла отсутствуют, и вихрь восстанавливается, хотя в годы в условиях Ла-Нинья возможны стратосферные потепления, которые способствуют ослаблению полярного вихря и увеличению содержания озона.

3. Положительный тренд температуры поверхности океана приводит к повышению температуры воздуха в тропосфере и возникновению потоков

тепла в стратосферу, однако по сравнению с короткопериодными колебаниями эти потоки слабее, поэтому воздействие на зональный ветер, остаточную циркуляцию и планетарные волны меньше, чем при межгодовых колебаниях температуры поверхности океана. Показано, что в результате долгопериодного повышения температуры поверхности океана (ТПО) и повышения температуры воздуха в тропосфере усиливаются вертикальные потоки тепла в стратосферу, что может способствовать возникновению стратосферных потеплений и ослаблению зонального ветра, а, значит, неустойчивости полярного вихря и повышению содержания озона из-за усиления циркуляции Брюера-Добсона. Отмечается, влияние повышения ТПО проявляется в стратосфере Северного полушария слабее. В Южном полушарии температура воздуха в стратосфере и содержание озона имеют тенденцию к уменьшению – тренд на повышение ТПО способствует углублению озоновой дыры в Южном полушарии.

4. Результаты химико-климатического моделирования показывают большее влияние увеличения температуры поверхности океана на температуру воздуха в тропосфере, чем увеличение уровня углекислого газа; в стратосфере более существенное по сравнению с температурой поверхности океана влияние уровня углекислого газа на температуру воздуха и концентрацию озона. Показано, что влияние повышения ТПО в тропосфере более значимо, чем прямое влияние повышения уровня углекислого газа. Таким образом, изменения ТПО (которые могут быть связаны с влиянием изменений углекислого газа на нагрев океана) могут привести к большим изменениям климата, чем углекислый газ. В стратосфере наибольшее влияние оказывает непосредственно концентрация углекислого газа, так как при учёте её изменений наблюдается значительное охлаждение стратосферы, тогда как без учёта – температура воздуха в стратосфере почти постоянна. Уменьшение содержания озона происходит сильнее в сценариях с фиксированным углекислым газом, чем в сценариях с меняющимся углекислым газом.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что изучены глобальные физические процессы, определяющие эффекты взаимодействия между изменениями ТПО, общей циркуляции атмосферы, температуры и составом атмосферы на глобальном уровне.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- определены перспективы исследований влияния изменений ТПО на динамические и химические процессы в любом районе Земли;
- создана методологическая база для проведения исследований влияния температуры поверхности океана на структуру и состав атмосферы в любом районе Земли в условиях изменения климата;
- представлены результаты, которые могут быть использованы для уточнения прогнозов эволюции динамики стратосферы и озонового слоя, и диагностики глобальных изменений в стратосфере и озоновом слое, и принятия решений в различных областях административной и хозяйственной деятельности.

Оценка достоверности результатов исследования основывается на том, что результаты исследования по данным реанализа и численным экспериментам находятся в хорошем согласии с результатами и выводами из научной литературы. Основные методы исследования: аналитический, численное моделирование. Результаты диссертации получены на основе анализа массива данных за период с 1980 по 2020 годы по ТПО, озону и другим параметрам атмосферы. Теоретическая часть работы посвящена результатам численных экспериментов с помощью химико-климатической модели ИВМ РАН – РГГМУ, данных реанализа ERA5 и MERRA2 по атмосферным параметрам и озону, данных реанализа ERA5 и Met Office по ТПО, согласно которым изменения ТПО оказывают воздействие на зональный ветер и полярный вихрь и способствуют усилению переноса тепла и озона от экватора к полюсу.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все выносимые на защиту положения основаны на полученных автором результатах. Также личный вклад автора заключается в постановке целей и формулировке всех задач исследования, проведении экспериментов для решения этих задач, а также анализе и интерпретации полученных результатов. Кроме того, соискатель лично участвовал в подготовке материала для публикаций и выступлений, формулировал выводы и заключения по работе.

Соискатель Яковлев А.Р. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 30 сентября 2022 диссертационный совет принял решение:

за решение научной задачи, имеющей существенное значение для развития страны в части развития моделирования атмосферных процессов и прогнозирования процессов эволюции динамики атмосферы и озонового слоя Земли,

присудить Яковлеву А.Р. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 15 докторов наук, участвующих в заседании, из 20 человек, входящих в совет, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 16, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель совета Д 212.197.01

д.геогр.н.

Малинин Валерий Николаевич

Ученый секретарь совета Д 212.197.01

к.физ-мат.н

Ермакова Татьяна Сергеевна

30 сентября 2022 г.

*Подписи В.Н. Мамешева, П.С. Ермаковой заверены
Проректор по развитию и научной работе*



Д.В.