

**«УТВЕРЖДАЮ»**

ВРИО Директора  
Федерального государственного  
Бюджетного учреждения науки  
Института океанологии им. П.П. Ширшова  
Российской академии наук  
д.г.н.  
  
Соков Алексей Валентинович  
«13» сентября 2019 г.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института  
оceanологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук

Диссертация «Стратосферно-тропосферное взаимодействие в различные фазы  
тихоокеанского десятилетнего колебания» выполнена в Лаборатории взаимодействия  
океана и атмосферы и мониторинга климатических изменений Федерального  
государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии  
им. П.П. Ширшова Российской академии наук.

В период подготовки диссертации соискатель Зюляева Юлия Анатольевна  
работала в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте  
оceanологии им. П.П. Ширшова в Лаборатории взаимодействия океана и атмосферы и  
мониторинга климатических изменений в должности младшего научного сотрудника.

В 2002 г. окончила Географический факультет Московского Государственного  
университета им. Ломоносова по специальности «Метеорология».

Научный руководитель – член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, Гулев Сергей Константинович, руководитель Лаборатории взаимодействия океана и атмосферы и мониторинга климатических изменений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук.

По итогам обсуждения принято следующее **заключение**:

**Оценка работы.** Диссертация Зюляевой Ю.А. посвящена исследованию стрatosферно-тропосферного взаимодействия в различные фазы тихоокеанского десятилетнего колебания на основе анализа потока волновой активности Пламба.

Исследованы механизмы формирования предстояния стратосферного полярного вихря (СПВ) на основе анализа внутресезонной изменчивости его динамики. В работе показано, что интенсивность и характер распространения волновой энергии из тропосферы в стратосферу отличается для различных фаз ТДК. Для отрицательной фазы интенсивность 1-ой моды изменчивости вертикальной компоненты потока Пламба является предиктором интенсивности СПВ с заблаговременностью 1 месяц для ранней зимы (ноябрь-январь). Для положительной фазы ТДК такая связь не выявлена.

Для анализа долгопериодной изменчивости интенсивности СПВ были выбраны два параметра – зональный ветер, осредненный вдоль 60° с.ш. на уровне 10 гПа ( $U_{60\_10}$ ) и скорость ветра, осредненная вдоль края вихря на уровне 850 К ( $W_{kp}$ ). Выявлены климатические тренды за период (1958-2017 гг.), для  $U_{60\_10} - 9,5\%$  на 60 лет относительно среднего значения (30,5 м/с), а для  $W_{kp} + 8,7\%$  на 60 лет относительно своего среднего значения (55,3 м/с). Также для обоих параметров выявлена десятилетняя изменчивость, фазы которой совпадают с фазами ТДК. Для оценки изменчивости положения центра вращения СПВ была проведена кластеризация его состояний. Показано, что существует тенденция к учащению повторяемости смещенного с полюса центра вращения СПВ, причем смещение СПВ с полюса не обязательно означает его ослабление. Предложено использовать интенсивность вихря, осредненную вдоль края СПВ на уровне 850 К, для оценки воздействия экстремальных состояний СПВ на тропосферную динамику, замен традиционно используемой характеристики зонального ветра, осредненного вдоль 60° с.ш. на уровне 10 гПа.

Диссертация Зюляевой Ю.А. «Стратосферно-тропосферное взаимодействие в различные фазы тихоокеанского десятилетнего колебания» по объему выполненных исследований, новизне результатов, научному и практическому значению отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

**Личный вклад соискателя.** Во всех научных результатах, представленных в работе, автору принадлежит ведущая роль в выполнении расчетов и интерпретации результатов, и равная роль в постановке задачи. Автором были самостоятельно освоены методы статистического анализа, используемые в работе, и выполнено написание и реализация всех программных алгоритмов.

Работа по выявлению предикторов интенсивности стратосферного полярного вихря была выполнена в сотрудничестве с Жадином Евгением Александровичем. Кластеризация состояний стратосферного полярного вихря была проведена совместно с Михаилом Алексеевичем Криницким.

Автору принадлежала ведущая роль в подготовке полученных результатов работы к публикации. Автор лично представляла результаты работы на ряде российских и международных конференций.

### **Актуальность работы.**

На данный момент современной наукой доказано, что возникшие в верхних слоях атмосферы циркуляционные аномалии могут распространяться в нижележащие слои влияя тем самым на динамику тропосферы. Данные аномалии могут прослеживаться в тропосфере на временном масштабе до 60 дней. Это дает возможность использовать стратосферные предикторы для улучшения традиционных долгосрочных прогнозов погоды, что связано с тем, что время жизни динамических возмущений в стратосфере намного больше (около 10—40 дней), чем в тропосфере (3—7 дней) и существует нисходящее распространение волнового сигнала из стратосферы в тропосферу. Это дает основания для статистических долгосрочных прогнозов (~ на месяц вперед) аномально холодных или теплых зим в отдельных регионах земного шара по различным стратосферным предикторам, например, по изменениям средне-зонального зонального ветра на уровне 10 гПа или индекса Арктического Колебания (АК), общему содержанию

озона, а также по индексам волновой активности стратосферы и тропосферы. Поэтому анализ трехмерного распространения волнового сигнала из тропосферы в стратосферу и обратно является важным для будущих разработок долгосрочных прогнозов аномальных погодных явлений по стратосферным предикторам

**Достоверность полученных результатов и выводов работы** обеспечивается широким применением статистических тестов достоверности и подробным анализом всех возможных неопределенностей, а также физической непротиворечивостью используемых в работе методов и рабочих гипотез. Все количественные оценки долгопериодной изменчивости основных характеристик стратосферного полярного вихря были получены с использованием репрезентативных источников.

**Новизна и практическая значимость работы.** В работе впервые было показано, существование в стратосфере противофазных связей внутри зимнего сезона Северного полушария между восходящими потоками Пламба и зональным ветром. Установлено, что в отрицательную фазу Тихоокеанского Декадного Колебания (ТДК) в нижних слоях стратосферы интенсивность первой моды изменчивости вертикальной компоненты потока Пламба может служить предиктором интенсивности зонального ветра в период с ноября по январь. Впервые были обнаружены значимые различия в амплитуде и в характере распространения планетарных волн в различные фазы ТДК. Выполнена идентификация и количественная оценка долгопериодной изменчивости основных характеристик стратосферного полярного вихря, таких как интенсивность и положение центра вращения. Впервые проведена оценка влияния экстремально сильного вихря, со смещенным с полюса центром вращения на тропосферную динамику.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов в разработке статистических моделей для среднесрочных прогнозов погоды и прогнозов погоды с увеличенной заблаговременностью.

**Специальность, которой соответствует диссертация.** Направление диссертационной работы и публикации соответствуют паспорту специальности 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы: пунктам 1 (Строение и физика нижней атмосферы (тропосфера) Земли.), 3 (Строение и физика средней атмосферы (стратосфера, мезосфера), верхней атмосферы (термосфера, экзосфера) и ионосфера, включая влияние

ионосферы на распространение радиоволн.) и 8 (Взаимодействие гидросферы, атмосферы и литосферы.) раздела «Область исследования» паспорта этой специальности.

**Публикации соискателя по теме диссертации.** Материалы диссертации полностью изложены в работах, опубликованных соискателем. По теме диссертации опубликовано 12 работ, из них 2 статьи [7, 8] в двух ведущих российских рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, и в изданиях, входящих в международную базу научного цитирования [1–8], а также опубликованные тезисы докладов [9–12].

#### **Список публикаций по теме диссертации:**

1. Krinitkiy, M., **Zyulyaeva, Y.**, Gulev, S. Clustering of Polar Vortex States Using Convolutional Autoencoders. // In Proceedings of the Information Technologies and High-Performance Computing, – 2019. –CEUR-WS.org: Khabarovsk, Russia. –Vol. 2426. – P. 171.
2. **Zyulyaeva Y. A.**, Studholme J. H. P., Zveryaev I. I. Long Term Changes in Wintertime Temperature Extremes in Moscow and Their Relation to Regional Atmospheric Dynamics //Journal of Geophysical Research: Atmospheres. – 2019. – T. 124. – №. 1. – C. 92-109.
3. Kravtsov S., Tilinina, N., **Zyulyaeva, Y.**, Gulev, S. K. Empirical modeling and stochastic simulation of sea level pressure variability //Journal of Applied Meteorology and Climatology. – 2016. – T. 55. – №. 5. – C. 1197-1219.
4. **Zyulyaeva Y. A.**, Zveryaev I. I., Koltermann K. P. Observations based analysis of the summer temperature extremes in Moscow //International Journal of Climatology. – 2016. – T. 36. – №. 2. – C. 607-617.
5. Jadin E. A., Wei, K., **Zyulyaeva, Y.A.**, Chen, W., Wang, L. Stratospheric wave activity and the Pacific Decadal Oscillation //Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. – 2010. – T. 72. – №. 16. – C. 1163-1170.
6. Jadin E. A., **Zyulyaeva Y. A.** Interannual variations in the total ozone, stratospheric dynamics, extratropical SST anomalies and predictions of abnormal winters in Eurasia //International Journal of Remote Sensing. – 2010. – T. 31. – №. 4. – C. 851-866.
7. **Zyulyaeva Y. A.**, Zhadin E. A. Analysis of three-dimensional Eliassen-Palm fluxes in the lower stratosphere //Russian Meteorology and Hydrology. – 2009. – T. 34. – №. 8. – C. 483.
8. Jadin E. A., **Zyulyaeva Y. A.**, Volodin E. M. Relationships between interannual variations in stratospheric warmings, tropospheric circulation, and sea surface

- temperature in the Northern Hemisphere //Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. – 2008. – Т. 44. – №. 5. – С. 594-605.
9. **Zyulyaeva Yu.**, Krinitkiy M., Studholme J., and Gulev S. Polar Vortex: long-term variability of main characteristics, and links to the dynamics of the troposphere //Geophysical Research Abstracts. – 2019. – Vol. 21. – EGU2019-17007-2, 2019.
  10. **Zyulyaeva Yu.**, Tilinina N., Gulev S., Zolina O., Dufour A., and Zveryaev I. Stratospheric Warming Events Affect Winter North Atlantic Storm Tracks and European Hydrological Cycle //Geophysical Research Abstracts. – 2018. – Vol. 20, – EGU2018-15652.
  11. Rudeva I., **Zyulyaeva Yu.**, Gulev S. Cyclone activity over the Northern Hemisphere in the first part of the 20th century from 20C reanalysis //EGU General Assembly Conference Abstracts. – 2010. – Т. 12. – С. 6686.
  12. **Zyulyaeva Yu.**, Zveryaev I., Koltermann K. P. Observations-Based Analysis of Moscow Heat Spells //EGU General Assembly Conference Abstracts. – 2015. – Т. 17.

Диссертация «Стратосферно-тропосферное взаимодействие в различные фазы тихоокеанского десятилетнего колебания» Зюляевой Юлии Анатольевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросфера.

Заключение принято на заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук.

Присутствовало на заседании 56 чел. Результаты голосования: «за» – 56 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 7 от 13 сентября 2019 г.

Заместитель

Председателя Ученого  
Совета Физического  
Направления ИО РАН,  
д. ф.-м. н., профессор

Зацепин А.Г.