

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**диссертационного совета Д 002.096.XX (24.1.130.01), созданного
на базе Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской
академии наук (ИФА им. А.М. Обухова РАН),
по диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
аттестационное дело №: _____**

решение диссертационного совета от 17 декабря 2025 протокол № 1

О присуждении **Безотеческой Евгении Андреевны**, гражданки России,
ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Пространственное распределение и изменчивость
верхнетропосферных струйных течений Северного полушария»** по
специальности 1.6.18 — «Науки об атмосфере и климате» – в виде рукописи
принята к защите 14 октября 2025 года диссертационным советом Д
002.096.XX (24.1.130.01), созданным на базе Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Институт физики атмосферы им. А.М.
Обухова Российской академии наук (ИФА им. А.М. Обухова РАН); почтовый
адрес: 119017, Москва, Пыжевский пер., 3, стр.1; номер и дата приказа о
создании диссертационного совета: Приказ Минобрнауки России от 24
октября 2022 г. № 1345/нк и Приказ Минобрнауки России от 25 сентября 2025
г. № 910/нк.

Соискатель – Безотеческая Евгения Андреевна, 25 сентября 1993 года
рождения, гражданка России.

В 2017 году соискатель, совмещая учебу с работой в Центре ледовой и
гидрометеорологической информации «Север» Арктического и
Антарктического НИИ, окончила магистерскую программу на кафедре
метеорологических прогнозов метеорологического факультета Российского
государственного гидрометеорологического университета в Санкт-
Петербурге по специальности «Прикладная гидрометеорология». С 2019 года

соискатель работает по совместительству младшим научным сотрудником в лаборатории геофизической гидродинамики в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте физики атмосферы им. А. М. Обухова Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории геофизической гидродинамики в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте физики атмосферы им. А. М. Обухова Российской академии наук.

Научный руководитель – гражданин России, доктор физико-математических наук, Чхетиани Отто Гурамович, заместитель директора по науке Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики атмосферы им. А. М. Обухова Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

1. Гущина Дарья Юрьевна, гражданин России, доктор географических наук, профессор РАН, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова».
2. Нерушев Александр Федорович, гражданин России, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-производственное объединение «Тайфун»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук (ИВМиМГ СО РАН) дала положительный отзыв. В отзыве, подписанном Пененко Алексеем Владимировичем, доктором физико-математических наук, заместителем директора по научной работе и утвержденном Марченко Михаилом Александровичем, директором ИВМиМГ СО РАН, указано, что диссертационная работа Безотеческой Е. А. является актуальной и направлена

на решение научной проблемы, которая имеет очень важную теоретическую и практическую ценность и новизну. В работе представлены результаты анализа изменчивости струйных течений (СТ) и планетарной высотной фронтальной зоны (ПВФЗ) Северного полушария на фоне глобального потепления климата, особенно проявившегося в последние десятилетия. Приводится описание авторской методики выделения ядер струйных течений в трехмерных полях ветра, учитывающей их пространственную ориентированность. В отзыве отмечены два замечания, которые, впрочем, не влияют на общую положительную оценку работы. В отзыве указано, что диссертация Безотеческой Е. А. соответствует критериям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Безотеческая Евгения Андреевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 — Науки об атмосфере и климате. Отзыв ведущей организации составлен по итогам доклада Безотеческой Е. А. на заседании семинара ИВМиМГ СО РАН «Общеинститутский семинар».

Соискатель имеет 13 опубликованных научных работ по теме диссертации, в том числе 5 работ в рецензируемых научных журналах, включенных или приравненных к категории К1 ВАК и 8 тезисов докладов на научных конференциях. Работы посвящены исследованию пространственного распределения и изменчивости характеристик струйных течений и планетарной высотной фронтальной зоны Северного полушария, включая описание авторской методики выделения ядер струйных течений в трехмерных полях ветра. Безотеческая Е. А. принимала решающее участие в написании данных работ. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах в диссертации отсутствуют.

Основные работы по теме диссертации:

1. Didenko K.A., **Bezotecheskaya E.A.**, Maurchev E.A. Dynamic regime of the middle atmosphere during the development of minor sudden stratospheric warming in the winter of 2014–2015: wave processes and jet streams // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2025. V. 61. No. 5. P. 567–580.
2. **Безотеческая Е.А.** О пространственной локализации ядер атмосферных струйных течений // Доклады академии наук. Науки о Земле. 2025. Т. 522. № 1. С. 140–147.
3. **Безотеческая Е.А.**, Чхетиани О.Г., Мохов И.И. Изменчивость струйных течений в атмосфере Северного полушария в последние десятилетия (1980–2021 гг.) // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2023. Т. 59. № 3. С. 265–274.
4. Курганский М.В., **Безотеческая Е.А.** О связи перистой облачности и полей относительной влажности в верхней тропосфере с симметричной неустойчивостью // Метеорология и гидрология. 2023. № 7. С. 18–29.
5. **Безотеческая (Дурнева) Е.А.**, Чхетиани О.Г. Планетарная высотная фронтальная зона в Атлантико-Европейском секторе в летние сезоны в 1990–2019 гг. // Метеорология и гидрология. 2021. № 6. С. 24–33.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Кандидата физико-математических наук, заведующей лабораторией аэроклиматологии и отдела климатологии Федерального государственного бюджетного учреждения «ВНИИГМИ-МЦД» **Хохловой Анны Владимировны**. Отзыв на автореферат положительный. В качестве замечания отмечено, что представляется целесообразным давать краткий перечень используемых данных в начале работы или раздела, чтобы сразу было понятно, на основе каких данных проводится исследование.
2. Доктора физико-математических наук, доцента, профессора кафедры физики атмосферы и Лаборатории исследований озонового слоя верхней атмосферы Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» **Коваля Андрея Владиславовича**. Отзыв на автореферат

положительный. В замечаниях указывается на отсутствие в автореферате четкого определения ядра СТ и формулировки, как рассчитывается повторяемость ядер СТ, но при этом отмечено, что в диссертации это есть. Также рецензент отмечает, что в работе недостает детальной физической интерпретации полученных трендов различных характеристик СТ, в таком виде это часть работы видится поверхностной и незаконченной.

3. Кандидата физико-математических наук, директора по научным вопросам ООО «Научно-производственный Центр «Мэп Мейкер» **Юсупова Юрия Исааковича**. Отзыв на автореферат положительный. В замечаниях к работе указано на отсутствие доказательств преимущества использования мезомасштабной негидростатической модели по сравнению с глобальными моделями, а также на целесообразность проведения дополнительных экспериментов и сравнения результатов, полученных по модели WRF-ARW с результатами по глобальной модели NCEP, данные которой были использованы для инициализации модели.

4. Доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника, заведующего отделом «Исследования Земли из космоса» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук **Ермакова Дмитрия Михайловича**. Отзыв на автореферат положительный. В качестве замечания к автореферату отмечено, что рисунок 1 вряд ли может с полным правом быть назван «Алгоритмом поиска ядер СТ». Было бы логично привести в дополнение к нему выдержку из диссертации с формальным описанием критерия детектирования ядра СТ.

5. Кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника Отдела исследований состава атмосферы Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральная аэрологическая обсерватория Росгидромета» **Варгина Павла Николаевича**. Отзыв на автореферат положительный. В качестве замечаний отмечено, что фраза на стр. 7 автореферата «На сегодняшний день отсутствует точное понимание того, как

СТ реагирует на глобальные климатические изменения» могла бы быть переформулирована, так как из нее можно сделать вывод, что все сделанное и опубликованное по этому поводу ранее не заслуживает внимания, что в действительности не так. Также рецензент отметил, что при рассмотрении летних СТ в период блокирования над ЕТР в 2010 г. стоило бы упомянуть о влиянии внешнего фактора (переход Южной осцилляции к Ла-Нинья).

6. Кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника Лаборатории взаимодействия океана и атмосферы и мониторинга климатических изменений Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук **Зюляевой Юлии Анатольевны**. Отзыв на автореферат положительный. К работе были выдвинуты замечания по методике выделения ядер СТ в трехмерных полях ветра. Рецензент подняла вопрос о возможности использования направления ветра для определения ориентированности СТ. Также приводится вопрос на основании чего сделан вывод о предпочтительности использования для конкретных целей каждого из представленных в работе реанализов и с чем связан выбор периода 1980–2023 гг. для анализа изменчивости СТ. Рецензент указывает на не совсем удачный выбор термина «однородный характер распределения» в отношении режим СТ для теплого и холодного периодов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации (с их согласия) обосновывается наличием широко известных достижений в соответствующей отрасли науки, публикаций в соответствующей сфере исследования, а также компетентностью и способностью определить научную и практическую ценность диссертации в соответствующей отрасли науки.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: представлен новый метод выделения ядер СТ в трехмерных полях ветра. Построены широтно-долготные и широтно-высотные распределения повторяемости ядер СТ в атлантико-евразийском регионе, демонстрирующие однородные типы распределения повторяемости ядер СТ для холодного (ноябрь-апрель) и теплого (июнь-сентябрь) периодов с

переходными режимами в мае и октябре. Впервые получены количественные оценки и тренды интегральных характеристик СТ Северного полушария, отражающие наиболее значимые тренды (на уровне 95%) в летний сезон, включая: тренды ослабления кинетической энергии СТ; уменьшение доли общей кинетической энергии атмосферы Северного полушария, связанной со СТ; сокращение доли объема атмосферных слоев в области СТ в общем анализируемом слое атмосферы. В зимний сезон выявлено только значимое уменьшение доли объема СТ. Количественные оценки и тренды интегральной кинетической энергии внетропических СТ атлантико-евразийского региона указывают на то, что во все месяцы, за исключением мая (для которого отмечен статистически значимый на уровне 95% рост), не наблюдается достоверных изменений характеристики в последние десятилетия (1980–2023 гг.). Оценки межгодовой изменчивости доли кинетической энергии, соответствующей меридиональной составляющей, также не выявили значимых трендов. Представлены результаты анализа отклонений среднемесячных положений ПВФЗ относительно климатической нормы (1961–1990 гг.) и тенденции их изменчивости в Северном полушарии за период 1990–2023 гг., указывающие на статистически значимый тренд к усилению меридиональных отклонений ПВФЗ в летний сезон; в тихоокеано-американском секторе значимые увеличения меридиональных отклонений отмечены также в весенний и осенний сезоны.

Научная новизна. В работе соискателя изложен новый универсальный метод выделения ядер СТ в трехмерных полях скорости ветра, учитывающий пространственную ориентированность СТ через отношение зональной компоненты скорости к ее модулю. Это позволяет с высокой точностью отслеживать ветвление и слияние, а также корректно идентифицировать участки СТ при сильном меандрировании. Универсальность метода заключается в его применимости к СТ на различных уровнях атмосферы. Впервые для атлантико-евразийского региона выделены два климатологических режима повторяемости ядер СТ: холодный (ноябрь-

апрель) и теплый (июнь-сентябрь) с переходными режимами в мае и октябре. Критерием выделения послужила пространственная однородность полей наибольшей повторяемости внутри сезонов. Впервые получены количественные и прогностические оценки интегральных характеристик СТ Северного полушария. Для внетропических СТ атлантико-евразийского региона проведена оценка вклада меридиональной составляющей в кинетическую энергию, что позволило сделать вывод об отсутствии устойчивой тенденции к усилению меандрирования и зональности СТ в условиях наблюдаемого изменения климата. В работе впервые проведен анализ структурно связанных элементов общей циркуляции атмосферы – СТ и планетарной высотной фронтальной зоны (ПВФЗ) Северного полушария, – выявивший согласованные изменения их характеристик в современных климатических условиях.

Значение полученных соискателем результатов исследования для науки и практики. Предлагаемый универсальный метод выделения ядер СТ, применимый на любых уровнях атмосферы, позволяет исследовать основные характеристики СТ, включая интенсивность и пространственное положение, даже на сильно искривленных участках. Алгоритм может быть легко воспроизведен на любом из доступных языков программирования, что позволяет автоматизировать обработку больших объемов данных.

В работе представлены результаты анализа изменчивости СТ и ПВФЗ Северного полушария на фоне глобального потепления климата, особенно проявившегося в последние десятилетия. На сегодняшний день отсутствует точное понимание того, как СТ реагируют на глобальные климатические изменения. Полученные статистически значимые тренды – ослабление интегральной кинетической энергии СТ Северного полушария и усиление меридиональных отклонений ПВФЗ относительно климатической нормы – свидетельствуют о наибольшей чувствительности этих параметров к изменениям в летний сезон.

Достоверность полученных результатов обеспечивается: использованием современных атмосферных реанализов, прошедших всестороннее тестирование; применением статистически обоснованных методов анализа с оценкой значимости полученных показателей; физической согласованностью выводов с существующими теоретическими представлениями и результатами других исследований. Апробация результатов диссертации соискателя проведена на 9 отечественных и международных научных конференциях, школах и семинарах.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все основные результаты диссертации получены автором лично или при его непосредственном участии. Постановка задач диссертационного исследования, а также подготовка полученных результатов к публикации в научных журналах и их представлению на конференциях и семинарах, проводилась при участии и поддержке научного руководителя Чхетиани О. Г. Текст диссертации полностью написан автором. Для обработки данных, расчета результатов и их визуализации на рисунках в диссертации использованы программы, написанные автором лично.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и имеет внутреннее единство, содержит результаты, позволяющие лучше понять особенности пространственного распределения и тенденции изменчивости струйных течений Северного полушария и, в частности, атлантико-евразийского региона. Она представляет собой законченную актуальную квалификационную научную работу и содержит новые результаты.

В ходе защиты диссертации соискателю задавали вопросы члены диссертационного совета: д.ф.-м.н., член-корреспондент РАН Еланский Н. Ф., д.ф.-м.н. Горбунов М. Е., д.ф.-м.н. Лапшин В. Б., д.т.н., член-корреспондент РАН Макоско А. А., д.ф.-м.н. Курганский М. В., д.ф.-м.н., академик РАН Семенов В. А., д.ф.-м.н. Репина И. А. Помимо членов диссертационного совета, вопросы соискателю задали д.г.н., профессор МГУ

им. М.В. Ломоносова **Гущина Д. Ю.**, с.н.с. ИФА РАН, к.ф.-м.н. **Моисеенко К. Б.**, м.н.с. ИФА РАН **Нарижная А. И.** Соискатель Безотеческая Е. А. ответила на все заданные ей вопросы. Замечания критического характера в ходе защиты диссертации членами диссертационного совета не высказывались.

На заседании 17 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Безотеческой Евгении Андреевны ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 14 докторов наук (по специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании из 18 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали **ЗА** присуждение учёной степени – **15**, **ПРОТИВ** присуждения учёной степени – **0**, недействительных бюллетеней – **0**.

Председатель диссертационного совета
д.ф.-м.н., академик РАН

В.А. Семенов

Ученый секретарь диссертационного совета
к.ф.-м.н.

А.В. Чернокульский

17 декабря 2025 г.

