

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 26.1.002.01,
созданного на базе Федерального государственного бюджетного
учреждения «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр
Российской Федерации» (ФГБУ «Гидрометцентр России»)
Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей
среды (Росгидромета)
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 22.05.2024 г. № 3

о присуждении **Шуваловой Юлии Олеговне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Особенности облачно-аэрозольного взаимодействия и его влияние на солнечную радиацию в моделях прогноза погоды COSMO и ICON» по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате принята к защите 20.03.2024 (протокол № 2) диссертационным советом 26.1.002.01, созданным на базе ФГБУ «Гидрометцентр России» Росгидромета (123242, Россия, Москва, Большой Предтеченский пер., 13, стр.1; Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №1730/нк от 13 декабря 2022 г.).

Соискатель Шувалова (урожденная Хлестова) Юлия Олеговна, 1996 года рождения, в 2020 году **окончила** с отличием Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (ФГБОУ ВО «МГУ имени М.В. Ломоносова»). В 2023 году Ю.О. Шувалова окончила аспирантуру при ФГБУ «Гидрометцентр России» по направлению 05.06.01 «Науки о Земле». **Работает** младшим научным сотрудником в ФГБУ «Гидрометцентр России» Росгидромета, в отделе численных краткосрочных прогнозов Регионального специализированного метеорологического центра Москва (РСМЦ Москва), в

лаборатории детализированных численных прогнозов погоды.

Диссертация выполнена в ФГБУ «Гидрометцентр России», в Отделе численных краткосрочных прогнозов РСМЦ Москва, в лаборатории детализированных численных прогнозов погоды.

Научный руководитель - Чубарова Наталья Евгеньевна, доктор географических наук, доцент, ФГБОУ ВО «МГУ имени М.В. Ломоносова», кафедра метеорологии и климатологии географического факультета, профессор.

Официальные оппоненты: Калинин Николай Александрович, доктор географических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет», заведующий кафедрой метеорологии и охраны атмосферы; **Гавриков Александр Владимирович**, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук», лаборатория взаимодействия океана и атмосферы и мониторинга климатических изменений, старший научный сотрудник, **дали положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук» (ИОА СО РАН), г. Томск, в своем **положительном заключении**, утвержденном И.о. директора, д.ф.-м.н. В.В. Дудоровым, и подписанным д.ф.-м.н., профессором М.В. Панченко, руководителем отделения «Радиационные составляющие климата» ИОА СО РАН, указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой в актуальном направлении исследований; автором впервые в Российской Федерации проведено единое исследования качества моделирования характеристик облачности и солнечной радиации у земной поверхности в облачных условиях в моделях COSMO и ICON, который являются основными моделями краткосрочного прогноза погоды Гидрометцентра России.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации

обосновывается тематикой исследований и работ в рамках диссертации, а именно изучение облачно-радиационного взаимодействия, зависящего от микрофизических и оптических свойств облачности.

Соискатель имеет 32 опубликованные работы по теме диссертации, из них 3 опубликованы в научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 1.6.18 - Науки об атмосфере и климате (физико-математические науки). Основные результаты по теме диссертации изложены в работах:

- 1) Шатунова М.В., **Хлестова Ю.О.**, Чубарова Н.Е. Прогноз микрофизических и оптических характеристик крупномасштабной облачности и ее радиационного воздействия с помощью мезомасштабной модели численного прогноза погоды // Оптика атмосферы и океана. – 2019. – № 10. – Т.32. – С.824-831. (doi: 10.15372/AOO201910) [Shatunova M.V., **Yu.O. Khlestova**, N.E. Chubarova. Forecast of microphysical and optical characteristics of large-scale cloud cover and its radiative effect using the COSMO mesoscale weather prediction model // Atmospheric and Oceanic Optics. – 2020. – V. 33. – No.2 – Pp. 154-159. (doi: 10.1134/S1024856020020098)]. В работе отражены результаты исследования микро- и макрофизических характеристик облачности и связанных с ней радиационных эффектов по данным оперативной и экспериментальной схем облачно-радиационного взаимодействия мезомасштабной модели COSMO, а также наземных измерений. Выявлены статистически значимые отклонения прогнозируемых характеристик облачности от данных наблюдений. Установлены вероятные причины отклонений прогноза ледности в верхней тропосфере;
- 2) **Shuvalova J.**, Chubarova N., Shatunova M. Impact of cloud condensation nuclei reduction on cloud characteristics and solar irradiance during COVID-19 lockdown 2020 in Moscow // Atmosphere. – 2022. – Vol.13. – N.10. – P.1710. (doi: 10.3390/atmos13101710). В работе исследуется первый непрямо́й эффект аэрозоля по результатам наблюдений и моделирования для периода локдауна весной 2020 г. в сравнении с весенними периодами 2018-2019 годов для

Московского региона; 3) **Shuvalova J.**, Chubarova N., Shatunova M. Cloud characteristics and their effects on solar irradiance according to the ICON model, CLOUDNET and BSRN observations // Atmosphere. – 2023. – Vol.14. – N.12. – P.1769. (doi: 10.3390/atmos14121769). В работе представлено исследование связи интегрального водосодержания и суммарной радиации на поверхности земли по данным наблюдений и результатам моделирования с помощью негидростатической модели атмосферы ICON. Показано, что основной причиной завышения суммарной радиации в модели является неточное описание пространственной структуры облаков, - верное определение отношения прямой радиации к глобальной, как пространственной характеристики облаков, играет более важную роль, чем стандартный балл облачности. В указанных публикациях отмечается, что Ю.О. Шуваловой лично выполнены подготовка данных и проведение численных экспериментов, анализ полученных результатов выполнен совместно с соавторами.

Получено 1 свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ - **Хлестова Ю.О.** Программа расчета концентрации ядер конденсации на нижней границе облака по данным спектрорадиометра MODIS на базе спутников Terra и Aqua // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №20211617188. Дата государственной регистрации 21 мая 2021 года.

На автореферат диссертации получено 8 отзывов, **все положительные**, содержащие следующие замечания:

В отзыве д.ф.-м.н. Косцов В.С. отмечает, что из текста автореферата не ясно как автор учитывает погрешности измерений характеристик облачности при сопоставлении с модельными расчетами.

В отзыве к.г.н. Горбаренко Е.В. указано, что из текста автореферата неясно насколько значимо снижение воспроизводимых COSMO счётных концентраций облачных капель при валидации в условиях пандемии на фоне методических и случайных ошибок присущих как COSMO, так и данным спутникового спектрорадиометра MODIS.

В отзыве д.ф.-м.н., проф. Солдатенко С.А. указывается на не совсем корректно сформулированную цель исследования, - правильнее было бы написать «...оценка качества воспроизведения...» вместо «...оценка особенностей воспроизведения...».

В своем отзыве д.г.н., проф. Кислов А.В. отмечает, что полученная оценка качества прогнозируемой температуры воздуха с практической точки зрения малоинтересна, однако данная оценка могла бы нести важную информацию, если бы автор попытался исследовать влияние на стратификацию атмосферы и, как следствие, на развитие конвекции и связанных с ней явлений погоды.

В своем отзыве д.ф.-м.н. Смышляев С.П. указывает на некоторые стилистические неточности, - в автореферате неоднократно упоминаются некоторые характеристики солнечной радиации без их конкретизации; а также отмечает, что было бы полезно количественно сравнить относительную роль прямого и непрямого аэрозольных эффектов в изменение нагрева и температуры атмосферы.

Отзыв к.ф.-м.н. Чернокульского А.В. содержит ряд замечаний: не до конца понятно, насколько процедура сравнения модельных данных и данных наблюдений учитывает временные и пространственные различия между ними, могут ли особенности наблюдений отразиться на полученной оценке характеристик облаков; насколько значимы различия и можно ли оценить статистическую значимость результатов, представленных на рисунке 3 автореферата, здесь так же не ясно до какой высоты приведены распределения ледности и водности; целесообразно определить ряд используемых терминов, таких как водность, ледность, водосодержание и др.

В отзыве к.г.н. Константинова П.И. отмечается наличие неопределенности формулировок в автореферате, - следовало бы упомянуть о транзитивности результатов сравнений с прямыми измерениями для других географических регионов.

Отзыв д.ф.-м.н. В.Н. Курпчатникова – без замечаний.

Диссертационный совет отмечает, что **на основании выполненных соискателем исследований изучены** современные подходы к описанию процессов облачно-радиационного и облачно-аэрозольного взаимодействия в гидродинамических моделях прогноза погоды, **предложена** методика совместного исследования качества прогноза характеристик облачности и солнечной радиации в моделях численного прогноза погоды COSMO и ICON с применением наземных и спутниковых наблюдений, **разработана** схема нуклеации облачных капель в микрофизическом блоке модели ICON с целью повышения интенсивности каплеобразования в модели, **впервые получены** оценки первого непрямого эффекта аэрозоля в оперативной модели численного прогноза погоды над территорией России.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке комплекса методик для оценки схем и параметризаций облачных характеристик и солнечной радиации по данным наземных и спутниковых измерений. Полученные оценки вклада погрешностей параметризации облачных характеристик на качество прогноза суммарной радиации у земной поверхности определяют направление работ по совершенствованию моделей численного прогноза погоды. Исследование облачно-аэрозольных эффектов на примере периода локдауна в Москве весной 2020 года имеет теоретическую значимость как исследование влияния антропогенной деятельности в мегаполисе на состояние атмосферы.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики заключается в разработанной и внедренной модификации микрофизического блока, способствующей повышению качества прогнозирования характеристик облачности в модели ICON, которая является приоритетной основой оперативного краткосрочного численного прогноза погоды, согласно планам научно-исследовательских и технологических работ учреждений Росгидромета.

Достоверность полученных результатов и обоснованность выводов подтверждается тестированием моделей, проведенным с применением

высококачественных данных наблюдений, в том числе регулярных измерений облачных характеристик сети CLOUDNET и радиационных потоков сети BSRN; сравнением с работами других исследователей; публикациями в рецензируемых научных изданиях, а также апробацией результатов исследований в профессиональном научном сообществе.

Личный вклад соискателя: представленные в работе результаты получены автором диссертации лично или в соавторстве с доктором географических наук, доцентом Натальей Евгеньевной Чубаровой и кандидатом физико-математических наук Шатуновой Мариной Владимировной.

Изменения программного кода и настройка модели ICON с радиационной схемой esRad выполнены автором лично. Автором разработана программа по расчёту концентрации облачных капель на основе данных спектрорадиометра MODIS с шагом сетки 1 км (Свидетельство Роспатента № 2021618039). Все численные эксперименты выполнены автором. Автор принимал непосредственное участие в анализе полученных результатов и написании статей, подготовке и представлении научных докладов, в том числе в качестве докладчика.

Диссертационный совет отмечает, что диссертация Ю.О. Шуваловой выполнена на высоком научном уровне, представляет собой научно-квалификационную работу, имеющую научную новизну и важные практические приложения. С помощью разработанной автором методики совместного исследования качества прогноза характеристик облачности и солнечной радиации в моделях численного прогноза погоды с применением наземных и спутниковых наблюдений проведено исследование микрофизической и радиационной схем негидростатических моделей численного прогноза погоды COSMO и ICON, учитывающее взаимосвязи облачно-радиационных и облачно-аэрозольных процессов.

Диссертация Ю.О. Шуваловой является завершённым научным исследованием и соответствует требованиям пунктов 9 и 10 «Положения о присуждении учёных степеней», а её автор, Ю.О. Шувалова, заслуживает

присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

На заседании 22 мая 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Ю.О. Шуваловой ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по специальности 1.6.18 и отрасли наук – физико-математические науки, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против - нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета

Р.М. Вильфанд

Ученый секретарь диссертационного совета

М.В. Шатунова

23.05.2024 г.

