

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ
на диссертацию Светланы Олеговны Дементьевой
"Процессы коллективной зарядки в нижней атмосфере
и их описание в численных мезомасштабных моделях",
представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.03 - радиофизика

Основной целью диссертационной работы С.О. Дементьевой является теоретическое исследование процессов коллективной зарядки гидрометеоров и аэрозольных частиц в нижней атмосфере и численное моделирование атмосферных явлений, в которых эти процессы играют важную роль - грозы, снежные и пылевые бури. В работе С.О. Дементьевой рассмотрен ряд актуальных вопросов, связанных с процессами коллективной зарядки в нижней атмосфере. Особое внимание уделено изучению роли турбулентности в процессах электризации многокомпонентных сред, разработке параметризаций электрических процессов в конвективных облаках и их внедрению в численные мезомасштабные модели для использования в задачах краткосрочного прогноза грозовых явлений. Данные задачи несомненно являются актуальными и значимыми как с теоретической, так и практической точки зрения. Кроме того, разработанные С.О. Дементьевой методы достаточно универсальны, в связи с чем они могут применяться для более широкого (для других сред или других численных моделей) круга задач. Среди важнейших результатов, полученных в диссертации, я бы особо отметил следующие:

На основе аналитического решения уравнений, описывающих эволюцию электрического поля и заряда в конвективных облаках в рамках упрощенной одномерной модели, выявлены базовые механизмы, которые необходимо учитывать при численном описании процессов коллективной зарядки в облаках.

Впервые проведено детальное исследование влияния турбулентности на процессы коллективной зарядки. Выявлены условия, при которых турбулентность усиливает средний ток зарядки, что приводит к интенсификации крупномасштабного разделения зарядов в дисперсной многофазной среде. Выполнены оценки вклада турбулентности в процессы электризации грозовых облаков, снежных облаков и облаков пыли.

Предложен метод прогноза молниевой активности, основанный на прямом расчете электрических параметров атмосферы, который позволил перейти на новый уровень в вопросах прогнозирования грозовых событий.

Разработаны параметризации электрических процессов в грозовых облаках, подходящие для работы с численными мезомасштабными моделями. Базовая параметризация описывает безындукционную зарядку твердых гидрометеоров, модифицированная параметризация также учитывает эффекты, связанные с воздействием турбулентности на процессы электризации.

Проведена интеграция разработанных параметризаций с численной мезомасштабной моделью WRF, позволившая прогнозировать возникновение молниевых разрядов на основе анализа результатов моделирования пространственного распределения разности потенциалов и вертикального профиля электрического поля. Результаты применения данного подхода превзошли по точности современные индексные методы.

Выполнено моделирование грозовых событий с использованием базовой и модифицированной параметризаций электрических процессов, которое позволило детально исследовать особенности эволюции конвективных облаков при различном уровне турбулентности и различной интенсивности грозовой деятельности. Показано, что при больших электрических полях и сильном турбулентном перемешивании наблюдается объединение грозовых ячеек, расположенных недалеко друг от друга, в кластер, в то время как при более слабой грозовой активности и менее интенсивном турбулентном перемешивании кластер грозовых ячеек разделяется на одиночные ячейки.

С.О. Дементьева начала учебно-исследовательскую работу в лаборатории атмосферного электричества отдела геофизической электродинамики ИПФ РАН в 2010 году в рамках подготовки дипломной работы "Моделирование динамических эффектов при взаимодействии электромагнитного излучения с плазмой" на соискание степени бакалавра физики на факультете "Высшая школа общей и прикладной физики" ННГУ им. Н.И. Лобачевского. В связи со сложившейся на факультете ВШОПФ практикой смены направления научной деятельности после получения степени бакалавра в 2012 С.О. Дементьева перешла в лабораторию экстремальной нелинейной оптики отдела сверхбыстрых процессов ИПФ РАН, но в 2013 году возобновила

работу в лаборатории атмосферного электричества, начав работу по тематике настоящей диссертации, будучи студенткой 2 курса магистратуры ВШОПФ. После успешного окончания магистратуры С.О. Дементьева была принята в аспирантуру Института прикладной физики РАН по специальности 01.04.03 - радиофизика. Использование методов и подходов, которыми С.О. Дементьева овладела в ходе работы, а также применение ряда радиофизических методов в исследованиях физики атмосферы оказались эффективными при решении задач, связанных с атмосферным электричеством.

Достоверность результатов, полученных в ходе работы над диссертацией, обусловлена, во-первых, одновременным использованием как теоретических методов исследования процессов коллективной зарядки, так и численного моделирования данных процессов. Во-вторых, С.О. Дементьевой был проведен сравнительный анализ полученных результатов с данными сети электростатических флюксометров, данными грозопеленгационных сетей как регионального, так и глобального масштаба, и данными метеорадиолокатора. Кроме того, полученные результаты согласуются с результатами натурных измерений, проводимых другими исследовательскими группами.

Полученные в работе С.О. Дементьевой результаты, на мой взгляд, имеют высокую теоретическую и практическую значимость. Исследования, проведенные С.О. Дементьевой, необходимы для корректного описания электрических процессов в конвективных облаках в численных мезомасштабных моделях. Разработанные параметризации позволили осуществить моделирование и прогноз электрических параметров грозовых событий, что представляет значительную ценность, как для исследовательских задач, так и для практических приложений. Детальное исследование изменения электрических параметров под воздействием турбулентности позволило получить теоретические оценки, включенные в модифицированную параметризацию электрических процессов, что, в свою очередь, дало возможность провести исследования процессов электризации в турбулентных средах с использованием методов численного моделирования. Междисциплинарные исследования, проведенные в данной работе, полностью соответствуют специальности 01.04.03 - радиофизика.

Материалы диссертации С.О. Дементьевой опубликованы в ведущих рецензируемых журналах по направлению исследований, неоднократно представлялись на конференциях и получили признание научной общественности. За время работы по данной тематике С.О. Дементьева проявила себя как разносторонний исследователь и квалифицированный специалист в области физики атмосферы и атмосферного электричества, активно участвовала в международных и российских конференциях, показала высокий уровень профессиональных качеств, способность самостоятельно вести научно-исследовательскую работу, владение современными методами и технологиями исследований. Работы С.О. Дементьевой были отмечены стипендией Правительства РФ и стипендиями им. академика Г.А. Разуваева, а также получали дипломы Нижегородской сессии молодых ученых и Конкурса молодых ученых ИПФ РАН. Кроме того, выполняемые С.О. Дементьевой исследования были поддержаны грантом РФФИ ("Мой первый грант"). На мой взгляд, С.О. Дементьева заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 - радиофизика.

Заместитель директора по научной работе ИПФ РАН,
заведующий отделом геофизической электродинамики,
член-корреспондент РАН,
доктор физико-математических наук

e-mail: mareev@appl.sci-nnov.ru

Е.А. Мареев

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН)
Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, БОКС-120, ул. Ульянова, 46

Подпись Е.А. Мареева удостоверяю
Учёный секретарь ИПФ РАН
кандидат физико-математических наук



И.В. Корюкин