



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

С.В. Микушев

2019 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» на диссертационную работу Коломеец Людмилы Ильиничны на тему «Обратные связи между грозовой активностью, температурой и составом атмосферы в тропосфере и нижней стратосфере в глобальном и региональном масштабах», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология

Актуальность диссертационной работы

Работа посвящена исследованию одной из важных составляющих глобальной электрической цепи (ГЭЦ) - проблеме влияния молниевых разрядов на химический состав, температурный и динамику атмосферы. Эта проблема обсуждается довольно давно, однако при прогнозах грозových очагов недостаточно учитывается ряд дополнительных эффектов, связанных с вероятным наличием в атмосфере обратных связей между конвекцией, молниевой активностью и изменением концентрации химически и радиационно активных газов.

В диссертационном исследовании основное внимание уделяется моделированию влияния изменений содержания озона в верхней тропосфере и нижней стратосфере вследствие вариаций окислов азота молниевое происхождения, на перераспределение конвективных структур и молниевую активность. Это позволяет выявить региональные и глобальные эффекты обратных связей, что важно для анализа и прогнозирования состояния атмосферы.

Цель, задачи и методы исследования

Цель диссертационной работы сформулирована как выявление значимости взаимосвязей между грозовой активностью, составом атмосферы в глобальном и региональном масштабах. Для достижения этой цели были решены следующие задачи.

1. Разработаны подходы к исследованию влияния молниевой активности на состав и структуру тропосферы/нижней стратосферы в глобальном и региональном масштабах с учетом возникающих обратных связей.
2. Выбраны модели для прогноза метеорологических и химических полей в атмосфере. Проведены оптимальная настройка и адаптация выбранных моделей с целью выделения эффектов грозовой активности и оценки изменчивости газового состава атмосферы на температуру тропосферы-стратосферы и генерирование молниевых вспышек.
3. Проведены численные эксперименты и выявлена значимость прямых и обратных связей между атмосферным электричеством, структурой и составом атмосферного воздуха в тропосфере/нижней стратосфере в глобальном и региональном масштабах.

4. Исследованы различия прямых и обратных связей между молниевыми вспышками и изменениями состава и структуры атмосферы в глобальном и региональном масштабах.

Основным методом исследования являлось численное моделирование с использованием глобальной химико-климатической модели (ХКМ) общей циркуляции/газового состава атмосферы, разработанной в ИВМ РАН и РГГМУ, и региональной модели гидродинамического прогноза погоды/качества воздуха региональная модель WRF-Chem.

Согласно выбранному подходу были выделены и исследованы два вида атмосферных эффектов грозовой активности: прямой и обратный. В первом случае моделировалось влияние молниевых разрядов на химический состав и температуру атмосферы. Для оценки обратного эффекта исследовалось влияние изменения химии атмосферы и температурных полей, связанных с дополнительными источниками окислов азота молниевое происхождения на конвективные процессы и перераспределение грозовой активности.

Содержание, структура и объем диссертации

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Объем работы составляет 138 страниц, в том числе 45 рисунков и 4 таблицы. Список цитируемой литературы содержит 138 наименований.

Первая глава представляет собой обзор современного состояния исследования взаимосвязей между составом и структурой атмосферы и молниевыми вспышками. Рассмотрены структура ГЭЦ; распределение грозовой активности; вопросы влияния молниевых вспышек на содержание в атмосфере окислов азота и озона; связь между изменениями в составе атмосферы и распределением молниевой активности; параметризации, используемые в моделях для описания конвективных процессов и оценки количества молниевых вспышек.

Вторая глава описывает основные методы численного исследования эффектов влияния грозовой активности на состав и структуру атмосферы на основе глобальной и региональной моделей. Обсуждаются принципы построения и базовые характеристики моделей, параметризации, используемые для учета молниевой активности по характеристикам конвективных облаков, методы расчета количества окислов азота, генерируемых молниями, изменение химического состава и температурные эффекты.

В третьей главе «Глобальные эффекты взаимосвязей между грозовой активностью, составом атмосферы и температурой» представлены собственно результаты численных экспериментов по моделированию вариаций концентрации окислов азота молниевое происхождения с 1979 по 2003 гг. Рассматриваются вопросы чувствительности температурного режима атмосферы к изменениям продукции окислов азота. Показано, что изменение поля озона влечет за собой изменение нагрева и охлаждения, вследствие чего меняются потоки тепла и массы, которые, в конечном счете, приводят к изменению температуры. Демонстрируется наличие обратных связей между изменениями состава атмосферы и молниевой активностью.

В четвертой главе представлены результаты исследования влияния грозовых вспышек на атмосферу в региональном масштабе на примере побережья Черного моря. Расчеты показывают, что наряду с ожидаемым прямым влиянием роста молниевой активности на увеличение NO_x, атмосферные колебания, вызванные молниевой активностью, вызывают, в свою очередь, изменения в распределении и развитии гроз. Этот эффект интерпретируется как проявление обратных связей, которые особенно влияют на неустойчивую атмосферу.

Научная новизна, значимость и достоверность полученных результатов

Научная новизна работы состоит в исследовании сочетания прямых и обратных связей между источниками окислов азота молниевое происхождения, газовым составом, температурой и конвективным состоянием атмосферы в глобальном масштабе и на примере региона Черного моря. Получены следующие новые научные результаты: (1) методика (алгоритм) исследования эффектов молниевой активности на состав и структуру тропосферы/нижней стратосферы с помощью существующих современных численных моделей атмосферы; (2) оценки значимости прямых и обратных связей между атмосферным электричеством, составом и конвективными процессами в тропосфере/нижней стратосфере; (3) оценки влияния молниевых эффектов на изменение полей температуры; (4) оценки изменения индексов конвективной неустойчивости атмосферы при учете дополнительных источников окислов азота молниевое происхождения; (5) оценки изменения количества молниевых вспышек с учетом влияния нелинейных обратных связей в глобальном масштабе.

Научная и практическая значимость работы определяется тем, что результаты модельных исследований могут быть использованы для оценки влияния молниевой активности на состав атмосферы как глобально, так и в заданном регионе. Результаты применимы для уточнения сверхкраткосрочных прогнозов конвективного состояния атмосферы и выявления тенденций региональных и глобальных изменений.

Обоснованность и достоверность результатов работы определяется корректностью постановки задачи в соответствии с современными представлениями о роли атмосферного электричества в метеорологии. В работе использовались численные модели, прошедшие апробацию и признанные научным сообществом. Результаты докладывались на конференциях и опубликованы в 4 статьях. Тема диссертации включена в план работы кафедры метеорологических прогнозов РГГМУ.

Критическая оценка уровня и полноты решения поставленных задач

Тема диссертации соответствует специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология. В целом, работа выполнена технически грамотно и правильно оформлена. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

В основных результатах диссертации даны количественные оценки изменения концентрации окислов азота и гидроксила вследствие молниевой продукции, а также обусловленные этим изменения содержания озона и температуры. Оценки не противоречат другим опубликованным данным. В то же время, вывод о том, что атмосфера наиболее чувствительна к окислам азота молниевое происхождения в полярных областях стратосферы, представляется спорным, и этот вопрос требует более детального анализа.

Вывод о том, что обратные связи между молниевыми вспышками, газовым составом, температурой атмосферы и конвективными явлениями вносят существенные изменения в количество образующихся грозных облаков и межгодовую изменчивость молниевой активности подтвержден результатами численного моделирования. Однако, утверждение о том, что при учете обратной связи «в отдельные годы и в отдельных областях модельные расчеты показывают изменения количества молниевых вспышек более чем в два раза» без анализа причин и локации этого явления вряд ли стоит включать в общие выводы диссертации.

Важным является вывод о том, что в региональном масштабе обнаруживается положительная обратная связь между потенциальной энергией неустойчивости и грозными явлениями.

Автор демонстрирует достаточно хорошее владение материалом и обширные знания по тематике исследования. Однако, обзорные разделы представляются слишком объемными. Фактически, обзору существующих проблем и решений по теме исследования посвящены не только глава 1, но и глава 2. При этом глава 2 сконструирована недостаточно четко для того, чтобы отделить явным образом описание характеристик внешних атмосферных моделей, которые применяются в качестве инструмента для численных экспериментов, от тех модификаций и параметризаций, которые внесены именно автором.

Имеются неточности в таком важном аспекте как список публикаций по теме диссертации. Так, сказано, что по теме диссертации опубликовано 4 научные работы, в том числе 2 публикации в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК. Однако ниже приводятся три наименования. Приходится также отметить отсутствие публикаций в изданиях с высоким импакт-фактором. Неточности встречаются в оглавлении (глава 2, разделы 2.2, 3.1, 3.3).

Несмотря на отмеченные недостатки, в целом, диссертация заслуживает положительной оценки.

Заключение

Диссертация Коломеец Людмилы Ильиничны является законченной квалификационной работой на актуальную тему, имеющую научную и практическую новизну и значимость, имеет достаточную апробацию в виде ряда докладов на конференциях и публикациях в научных изданиях, рекомендованных ВАК. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 25.00.30 метеорология, климатология, агрометеорология и отвечает требованиям ВАК о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Коломеец Людмила Ильинична заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Доклад по диссертации заслушан, отзыв рассмотрен и обсужден на заседании кафедры климатологии и мониторинга окружающей среды Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» от 16.01.2019, протокол №1.

Профессор кафедры климатологии и мониторинга окружающей среды Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Геофизический центр Российской академии наук, доктор физико-математических наук

Рената Юрьевна Лукьянова

Тел. +7 (812) 323-46-47

E-mail: r.lukianova@spbu.ru

