

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата географических наук Леонова Игоря Ивановича
на тему: «Структура атмосферы при формировании
высокоинтенсивных гололедно-изморозевых отложений»
по специальности 1.6.18 – «Науки об атмосфере и климате»

Актуальность темы диссертации

Высокоинтенсивные гололедно-изморозевые отложения зачастую катастрофически воздействуют на среду обитания человека и на общую инфраструктуру в нашей стране в холодный период года. К числу таких особо опасных отложений относятся гололед, зернистая (плотная) изморозь и отложения мокрого снега. Особо актуальным, безусловно, является заблаговременный прогноз таких опасных явлений. Этот прогноз должен, в том числе, базироваться на знании уточненных физико-метеорологических и синоптических условий образования указанных явлений. При необходимости он должен также использовать знание сопутствующих и иногда играющих принципиальную роль мезометеорологических процессов, с учетом микрофизики формирования анализируемых опасных явлений. Поэтому тема диссертации, в которой рассматривается комплекс вопросов, связанных с явлениями высокоинтенсивных гололедно-изморозевых отложений на территории нашей страны, обладает безусловной актуальностью. Этот комплекс рассмотренных вопросов включает (1) современную климатологию этих явлений, (2) анализ, на отдельных выдающихся примерах, синоптических и мезометеорологических условий их образования, (3) учет в необходимых случаях микрофизических процессов, ответственных за формирование таких отложений и, наконец, (4) в целом успешное численное моделирование указанных явлений на основе атмосферной модели WRF-ARW.

Структура и основное содержание работы

Работа состоит из пяти глав, введения и заключения, а также списка литературы из 111 наименований. Основное содержание диссертации представлено на 178 страницах, включая 100 рисунков и 19 таблиц.

Во введении раскрывается актуальность диссертационной работы, формулируются цель и задачи исследования, обосновывается научная новизна работы, приводятся основные положения, выносимые на защиту, указывается теоретическая и практическая значимость работы.

Первая глава носит обзорный характер и содержит общее описание климатологии и феноменологии гололедно-изморозевых отложений. В главе приведена используемая для описания таких явлений терминология, дан обзор современных исследований в этом направлении, включая имеющийся опыт численного моделирования для изучения и прогнозирования указанных явлений.

Вторая глава имеет общий методический характер и содержит описание используемых в работе материалов и методики исследования, которая включает в себя обработку многолетних данных наблюдений, проведение синоптического анализа с использованием данных визуальных, инструментальных и аэрологических наблюдений, а также проведение численных экспериментов с использованием мезомасштабной модели атмосферы.

В третьей главе данные станционных инструментальных наблюдений используются для построения картины пространственного распределения гололедно-изморозевых явлений на территории России за период с 1985 по 2020 год. В этой же главе (на основе материалов совместной с Н.М. Аржановой статьи 2023 года, которая не вошла в основной список опубликованных работ по теме диссертации) анализируются метеорологические условия (температура, скорость ветра,

продолжительность фазы нарастания) образования гололедно-изморозевых отложений, а также приводятся данные об их диаметре и плотности.

В четвертой главе представлены результаты синоптического анализа отдельных особо опасных случаев гололедно-изморозевых отложений (так называемое case study). Они включают три случая замерзающего дождя в Центральной России и в Приморском крае, случай отложения зернистой изморози на Полярном Урале и три случая высокоинтенсивных отложений мокрого снега, происшедших на Дальнем Востоке и на территории Большого Кавказа.

В пятой главе приводятся результаты численных экспериментов на основе атмосферной модели WRF-ARW по воспроизведению основных механизмов формирования описанных в Главе 4 случаев высокоинтенсивных гололедно-изморозевых отложений.

В заключении сформулированы основные результаты работы

Наиболее важные результаты диссертации

1) На основе стационарных измерений составлена подробная климатология за 1985-2020 годы гололедно-изморозевых отложений на территории России и выделено пространственное распределение отложений, достигающих критериев опасного метеорологического явления, в первую очередь гололеда и мокрого снега.

2) Как методом синоптического анализа, так и путем численного моделирования показано, что рассмотренные в работе случаи катастрофического образования гололеда связаны со сложной системой атмосферных фронтов и наличием адвекции тепла в нижней и средней тропосфере и адвекции холода у поверхности земли.

3) На примере образования отложений в виде зернистой изморози на Полярном Урале показана необходимость учета мезометеорологических

процессов, детального рельефа поверхности и тонкой микрофизики процессов образования изморози. Показано, что успешное моделирование образования таких отложений на модели WRF-ARW возможно лишь при использовании шагов сетки в 2 км и менее.

4) На рассмотренных в диссертации примерах показано, что образование опасных отложений мокрого снега связано, в первую очередь, с интенсивными фронтальными осадками при слабopоложительной температуре воздуха, т.е. определяется преимущественно процессами синоптического масштаба. Для воспроизводства таких отложений на модели WRF-ARW достаточно шага сетки 6 км.

Достоверность и новизна результатов; обоснованность выводов

Диссертантом проведена большая работа по сбору и синтезу данных стационарных наблюдений, что позволило получить новые результаты по пространственному распределению гололедно-изморозевых отложений (включая высокоинтенсивные) на территории России за 1985-2020 годы. Новым результатом является детальное исследование пространственной (трехмерной) структуры атмосферных процессов во время формирования интенсивных гололедно-изморозевых отложений, рассмотренных в работе, а также сопровождающее синоптический анализ численное моделирование на основе мезомасштабной атмосферной модели WRF-ARW. Такой комплекс исследований и согласие результатов синоптического анализа и численного моделирования свидетельствует об обоснованности научных положений и выводов, приведенных в диссертационной работе. Достоверность результатов подтверждена сравнением с ранее опубликованными работами и известными данными о гололедно-изморозевых отложениях как в нашей стране, так и в мире.

Практическая значимость полученных результатов

Диссертационная работа имеет несомненное практическое значение, в первую очередь для учреждений, занимающихся исследованиями и прогнозом опасных гидрометеорологических явлений, в данном случае высокоинтенсивных гололедно-изморозевых отложений. Разработанные в диссертации алгоритмы их исследования с использованием синоптического анализа и современных мезомасштабных численных моделей атмосферы обеспечивают хорошую возможность дальнейшего использования результатов работы.

Замечания по диссертационной работе

1. В Главе 1 хотелось бы прочесть больше про гололедно-изморозевые отложения в мире и о специфике нашей страны в этом отношении. Там дается сравнение со США, Канадой и Норвегией. А как обстоит дело с остальной Европой, где, например, ледяные дожди случаются достаточно часто?

2. На стр. 40 имеется утверждение: «часть небольших и легких капель переохлажденного тумана в потоке воздуха огибает препятствие из-за сил инерции». Правильно ли это сказано? Дело в том, что в этом случае число Стокса, которое упоминается в диссертации, является малым, и за счет действия вязкости воздуха такие капли имеют тенденцию двигаться вместе с потоком.

3. В подписях к Табл. 3.1 - 3.5 не указаны единицы измерения. Их можно найти лишь в тексте.

4. В связи с выпадением мокрого снега на Дальнем Востоке в диссертации указывается на наличие восходящих потоков воздуха с вертикальной скоростью более 2 м/с. Однако, не дается четкой интерпретации столь значительных скоростей. Вскользь на стр. 123 упоминается, что «Восходящее скольжение теплого и влажного тихоокеанского воздуха способствовало формированию интенсивных

осадков.». Что это, скольжение вдоль чрезвычайно наклоненной фронтальной поверхности или проявление вертикальной конвекции? Есть и второй момент. В то время как для случая на Сахалине поля температуры и вертикальной скорости на рис. 4.42 хорошо коррелируют, показывая вынос вверх теплого воздуха, такая корреляция в целом отсутствует для аналогичного случая на Камчатке (рис. 4.49), и это требует объяснений. К сожалению, в Главе 5, где используется численная модель WRF-ARW, поле вертикальной скорости для указанных случаев не анализируется.

5. Хотелось бы видеть дополнительное обсуждение того обстоятельства, что в рассмотренных в диссертации случаях замерзающих дождей вертикальная стратификация атмосферы имеет характер «теплого носа». Дело в том, что по данным литературных источников, процитированных в диссертации (см. Табл. 1.2), в большинстве случаев образование замерзающих осадков происходит при отрицательной температуре во всей толще атмосферы. Является ли это различие проявлением специфики высокоинтенсивных событий, рассмотренных в работе? Это не прокомментировано в диссертации.

Заключение

Вместе с тем указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.18 – «Науки об атмосфере и климате» (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, и оформлена согласно приложениям № 8, 9 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель **Леонов Игорь Иванович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.18 – «Науки об атмосфере и климате».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник,
главный научный сотрудник
лаборатории геофизической гидродинамики
ФГБУН «Институт физики атмосферы
им. А.М. Обухова РАН»

КУРГАНСКИЙ Михаил Васильевич _____ «10» мая 2023 г.

Контактные данные:

Тел.: +7(495)951-55-65, e-mail: kurgansk@ifaran.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:
04.00.22 – «Геофизика»

Адрес места работы:

119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 3,
ФГБУН «Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН», лаборатория
геофизической гидродинамики

Тел.: +7(495)951-55-65, e-mail: ifaran@ifaran.ru

Подпись сотрудника лаборатории геофизической гидродинамики ФГБУН «Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН» М.В. Курганского удостоверяю:

«10».05.2023

секретарь
Краснокутская П.Д.