

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Быкова Алексея Васильевича на тему: «Моделирование и прогноз опасных метеорологических явлений конвективного происхождения на Урале», по специальности 25.00.30 - Метеорология, климатология, агрометеорология, на соискание ученой степени кандидата географических наук.

Актуальность избранной темы.

Бурное развитие вычислительной техники и информационных технологий позволяют решать такие задачи, практическая реализация которых была немыслима еще 10-15 лет назад. Одной из таких задач является моделирование состояния атмосферы и прогноз погоды. Для решения этой задачи во многих странах мира разработаны различные прогностические модели, которые постоянно совершенствуются. Особенно интенсивно развивается направление, связанное с мезомасштабным моделированием.

Особый интерес для жизнедеятельности человека представляет прогноз опасных метеорологических явлений и физических процессов их вызывающих, таких, как атмосферная конвекция. Решению этой проблемы с использованием современных гидродинамических моделей посвящена диссертация А.В. Быкова. В настоящее время прогностические модели постоянно совершенствуются, растет их пространственное разрешение, повышается качество воспроизведения атмосферных процессов. Поэтому актуальность работ в этом направлении со временем будет только возрастать.

В диссертации рассматривается территория Урала, которая характеризуется сложным рельефом, оказывающим существенное влияние на развитие и эволюцию конвективных систем, что затрудняет задачу прогноза атмосферной конвекции. В то же время своевременный прогноз опасных метеорологических явлений необходим для обеспечения бесперебойной работы многих отраслей экономики, что также подтверждает актуальность выбранной темы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Научные положения сформулированы корректно, полученные выводы и практические рекомендации подтверждают обоснованность и доказанность защищаемых положений.

Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Достоверность научных результатов и выводов диссертационной работы подтверждается статистической обеспеченностью исследуемых параметров, использованием апробированных методов обработки данных, оценками

статистической значимости результатов, согласованностью основных результатов и выводов с существующими представлениями о тенденциях исследуемых характеристик, непротиворечивостью полученных результатов с имеющимися в литературе данными.

Научная новизна исследования заключается во всестороннем анализе на современном материале параметров неустойчивости атмосферы и адаптация их к территории Пермского края. Создана модификация индекса плавучести, основанного на методе частицы, которая позволила добиться увеличения количества оправдавшихся прогнозов опасных метеорологических явлений. Таким образом, получены новые научные результаты, имеющие практическое значение.

Диссертационную работу выгодно отличает современный подход к организации и систематизации первичной информации об опасных явлениях. Так, впервые для анализа пространственно-временной изменчивости опасных метеорологических явлений на территории Пермского края создана региональная оперативно пополняемая информационно-аналитическая онлайн-база данных, содержащая сведения, полученные не только по результатам стандартных метеорологических наблюдений, но и спутникового мониторинга, а также сбора свидетельств очевидцев. Разработки подобного рода имеют большое научное и практическое значение, т.к. являются основой для постановки численных экспериментов с мезомасштабными моделями и проведения статистических исследований опасных явлений.

Соискателем проведена большая работа по выявлению модели, наиболее пригодной для рассматриваемого региона. Было показано, что отечественная глобальная модель атмосферы ПЛАВ обладает наилучшим качеством воспроизведения синоптического положения на территории Урала, что обеспечивает лучшую достоверность прогноза опасных метеорологических явлений конвективного происхождения.

Научная новизна (имеющая также практическую направленность) относится к предложенной версии конфигурации модели WRF. Было показано, что она является оптимальной для прогноза мезомасштабных систем глубокой конвекции и связанных с ними опасных метеорологических явлений на территории Урала, включая сильные смерчи, с применением суперкомпьютерных технологий.

Заслуживает внимания тот факт, что соискатель на протяжении всей работы не ограничивался рассмотрением данных одного реанализа или одной модели. А для усиления достоверности получения прогностических оценок привлекал исходные данные для численных экспериментов из разных источников.

Практическая значимость результатов

Результаты работы могут использоваться для прогноза опасных метеорологических явлений с учетом региональных особенностей территории Пермского края, важность учета которых обоснована в работе.

Разработаны рекомендации по использованию глобальных моделей атмосферы при прогнозировании глубокой конвекции. Сформирован комплекс физико-статистических параметров неустойчивости атмосферы (включая их пороговые значения) рассчитываемый по выходным данным глобальных моделей общей циркуляции атмосферы и необходимый при прогнозе конвекции применительно к территории Урала.

Таким образом, результаты работы имеют перспективу внедрения технологий мезомасштабного моделирования в оперативную линию прогноза опасных метеорологических явлений на территории Урала.

Диссертационная работа состоит из четырех глав.

Глава 1 диссертации носит преимущественно обзорный характер. В ней представлен обзор литературы по изучаемой теме. Дано описание индексов неустойчивости атмосферы и их комплексов. Рассмотрены основные глобальные и региональные модели прогноза атмосферных процессов..

Замечания к главе 1.

1. На стр. 22 приведено значение вектора ведущего потока в м/с. Это требует уточнения, т.к. для векторных величин скалярные размерности не применяются.

2. При обзоре индексов неустойчивости не всегда было указано географическое положение регионов, для которых они были получены.

В *Главе 2* рассмотрены вопросы прогноза опасных метеорологических явлений конвективного происхождения с помощью физико-статистических параметров неустойчивости и глобальных моделей атмосферы. Дано описание разработанной оперативно обновляющейся web-картографической базы данных об опасных метеорологических явлениях на территории Пермского края, наблюдавшихся с 1991 г. по настоящее время.

Представлена оригинальная модификация индекса плавучести для наиболее неустойчивого перемешанного слоя. Показано, что с помощью данного индекса увеличилось количество оправдавшихся прогнозов по сравнению с другими аналогами.

Замечание к главе 2.

Прогностические оценки проводились для теплого периода 2015 года. При практическом применении разработанного индекса неустойчивости следует получить более надежные статистические оценки оправдываемости прогнозов ОЯ.

В *Главе 3* рассмотрены вопросы численного прогноза и моделирования конвективных опасных метеорологических явлений с помощью мезомасштабных моделей атмосферы. Представлено обоснование применимости прямого моделирования конвекции для прогнозирования мезомасштабных конвективных систем. Рассмотрены вложенные сетки расчетных областей для прогноза мезомасштабных конвективных систем.

Замечания к главе 3.

1. В табл. 3.1 не указано количество ядер использовавшихся ПК.

2. В п. 3.2 рассмотрены только 4 схемы параметризации конвекции, хотя в действительности их больше.

3. При использовании 4-х схем параметризации конвекции динамические ядра ARW и NMM использовали фиксированный набор остальных параметризаций подсеточных процессов, рекомендованный руководством по экспликации модели для использования в средних широтах (табл. 3.2). На основе чего был сделан вывод о предпочтительной применимости прямого моделирования конвекции для прогнозирования мезомасштабных конвективных систем. Однако это не исключает того, что при изменении общего рекомендованного набора в условиях сложного рельефа Урала некоторые параметризации конвекции окажутся более успешными, чем ее прямое моделирование.

4. В табл. 3.3 не указано, с каким ядром модели были получены результаты.

5. В п. 3.7 нет общего вывода о предпочтительном использовании ядра ARW или NMM.

В *Главе 4* рассмотрены численные эксперименты, выполненные при прогнозе и моделировании мезомасштабных конвективных систем с сильными смерчами.

Замечаний к главе 4 нет.

По теме диссертации опубликовано 16 работ, включая 7 статей в журналах из списка ВАК РФ, из которых 5 работ в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus. Соискатель представляла результаты работы на конференциях разного уровня, включая международные.

Заключение

В целом, отмеченные недостатки диссертационной работы не снижают ее ценности, а результаты работы дают основания для ее положительной оценки.

Работа соответствует специальности 25.00.30- Метеорология, климатология, агрометеорология. Содержание диссертации изложено в

логически последовательной форме, стиль изложения достаточно ясный. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Текст автореферата диссертации полностью соответствует содержанию диссертации. Опубликованные автором работы с достаточной полнотой раскрывают содержание диссертационного исследования.

Таким образом, диссертация **Быкова Алексея Васильевича** является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи выявления условий формирования опасных метеорологических явлений конвективного происхождения на Урале для повышения качества их диагноза и прогноза с помощью глобальных и мезомасштабных моделей атмосферы, что соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, с изменениями постановления Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 г. № 335, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор **Быков Алексей Васильевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.30 - Метеорология, климатология, агрометеорология.

Официальный оппонент.

Кандидат географических наук,
доцент кафедры метеорологии, климатологии
и экологии атмосферы.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования «Казанский (Приволжский)
федеральный университет» (ФГАОУ ВО КФУ).
420008 г.Казань, ул. Кремлевская, 18.
Тел.8(843)2644163. E-mail: vv@kpfu.ru

 Гурьянов Владимир
Владимирович

9 октября 2018 г.



ПОДПИСЬ
Гурьянова В.В. заверяю
Табуркова-Шанова А.С.