

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Пененко Алексея Владимировича

на диссертационную работу Мизяка Василия Геннадьевича «Ансамблевая система усвоения данных с использованием спутниковых наблюдений ветра», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 – «Науки об атмосфере и климате»

Актуальность темы

Для соответствия статусу Мирового метеорологического центра Гидрометцентру России была необходима собственная система ансамблевого среднесрочного прогноза погоды, с помощью которой возможно в числе прочего оценивать вероятности тех или иных явлений погоды. Для запуска ансамблевого прогноза необходимо генерировать набор (ансамбль) начальных данных, адекватно описывающий их неопределенность.

В диссертационной работе рассматривается способ генерации такого ансамбля с помощью ансамблевой системы усвоения данных, основанной на алгоритме Локального ансамблевого фильтра Калмана с преобразованием ансамбля (LETKF). Он реализуется диссертантом с учетом специфики модели ПЛАВ. Повышение точности результатов применения этого алгоритма достигается за счёт использования спутниковых наблюдений ветра с дополнительными модификациями алгоритмов.

Содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и одного приложения. Полный объём диссертации составляет 144 страницы. Список литературы содержит 144 наименования.

Введение посвящено обоснованию актуальности темы и описанию целей и задач диссертации.

Первая глава посвящена подробному обзору литературы по усвоению метеорологических данных как важному направлению в области численного моделирования прогноза погоды для генерации начальных данных. Приведены теоретические основы методов усвоения и применяемые допущения. Проведён анализ основных подходов и алгоритмов с целью обоснования выбора применимого в работе метода. Также в этой главе приводятся аспекты использования данных метеонаблюдений и описание спутниковых наблюдений ветра по отслеживанию облачных структур на спутниковых снимках, включая их недостатки и преимущества.

Во второй главе приводится описание разработанной при активном участии диссертанта ансамблевой системы усвоения. Излагаются важные характеристики, влияющие на результаты работы описываемой системы: радиусы локализации наблюдений, величина ковариаций ошибок используемых наблюдений, параметры мультипликативной и аддитивной инфляции, направленной на избегание переоценки матрицы ковариаций ошибок первого приближения. Все эти характеристики использованы при разработке методики настройки ансамблевой системы усвоения, результаты применения которой заключаются в уменьшении ошибок начальных данных и, как следствие, среднесрочных ошибок модельных прогнозов на их основе.

В третьей главе описан алгоритм усвоения спутниковых наблюдений ветра AMV в рамках разработанной системы усвоения. Изложена адаптированная автором к применению схема переопределения высоты наблюдений. Описано применяемое в работе моделирование матрицы ковариаций ошибок наблюдений AMV, учитывающей наличие автокорреляций ошибок в локальном наборе наблюдений. Это приводит к использованию недиагональной ковариационной матрицы ошибок наблюдений, что применяется впервые в России в рамках усвоения метеорологических данных для глобальной численной модели прогноза погоды. С помощью сравнения среднеквадратических ошибок начальных данных и прогнозов на их основе показано, что использование переопределения высоты наблюдений и моделирование ковариационной матрицы ошибок уменьшает ошибки полей начальных данных и среднесрочных прогнозов на их основе. Таким образом, проведена подготовка использования разработанной ансамблевой системы усвоения к дальнейшему применению в системе ансамблевого среднесрочного прогноза погоды.

В четвёртой главе описана система глобального ансамблевого среднесрочного прогноза погоды. Для численного прогноза использована модель ПЛАВ, начальные данные для которой генерируются описанной в предыдущих двух главах ансамблевой системой усвоения и подвергаются процедуре центрирования на оперативный объективный анализ Гидрометцентра России. Центрирование необходимо из-за невозможности использования в ансамблевой системе усвоения на основе алгоритма LETKF наиболее полезных спутниковых данных. При этом оперативный объективный анализ эту информацию содержит. Приводятся результаты оперативных испытаний, которые были проведены перед решением об использовании описываемой технологии ансамблевого среднесрочного прогноза в оперативной практике Гидрометцентра России.

В заключении приводятся основные результаты диссертационной работы.

Научная новизна

В ходе работы автором впервые в России спутниковые данные ветра AMV включены в ансамблевую систему усвоения, для чего было применено моделирование матрицы ковариаций ошибок их наблюдений с учётом наличия автокорреляций. Исследовалось влияние свойств ошибок наблюдений AMV на точность начальных данных и среднесрочных прогнозов погоды на их основе.

Практическая значимость

Ансамблевая система усвоения данных с использованием спутниковых наблюдений ветра разработана и реализована. Она позволяет улучшить оценку начального состояния атмосферы и повысить точность численных прогнозов на основе этой оценки за счёт использования данных AMV и учёта их свойств. Описанная система усвоения применена в ходе разработки системы ансамблевого среднесрочного прогноза погоды, которая испытана и внедрена в Гидрометцентре России для расчёта оперативных прогнозов.

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов полученных результатов не вызывают сомнений. Они обеспечены результатами проведённых численных экспериментов и их сравнением с данными метеорологических наблюдений и оперативного анализа Гидрометцентра России. Приведённые в диссертационной работе результаты находятся в соответствии с результатами, полученными другими авторами. В работе приводится оценка статистической значимости результатов и экспериментов.

Личный вклад автора работы состоит в разработке и практической реализации общей схемы системы среднесрочного ансамблевого прогноза, в т.ч. системы ансамблевой верификации, методики настройки параметров инфляции системы ансамблевого усвоения и локализации наблюдений, схем переопределения высоты спутниковых наблюдений ветра и использования коррелированных ошибок в их локальных наборах. Автором было проведено исследование влияния свойств ошибок спутниковых наблюдений ветра AMV на точность получаемых результатов.

Апробация работы и публикации

Основные результаты работы докладывались и обсуждались автором на многочисленных всероссийских и международных конференциях, научных семинарах. По теме диссертации опубликованы работы в 6 статьях, в т.ч. в 4 изданиях, рекомендованных ВАК. В ходе написания диссертационной работы автором получено 3 свидетельства

Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ. Внедрении разработанной описываемой в диссертации технологии ансамблевого прогноза подтверждается Актом о внедрении № 1 ЦМКП/2022/ от 26.12.2022 г.

Работа была представлена автором на общепитутском научном семинаре ИВМиМГ СО РАН и получила поддержку.

Некоторые вопросы и замечания по диссертационной работе

1. Стр. 78. Для получения данных AMV используются зарубежные спутники. Существует ли отечественные аналоги и если существуют, то насколько трудоёмкой будет процедура перехода на отечественные данные. Как такой переход может сказаться на работе системы усвоения?
2. Имеются неточности в формулах и описании переменных: Стр. 27: Непонятные формулы для линеаризации оператора измерений и модели. Вероятно, здесь опечатки или требуются дополнительные пояснения. Стр.109: обозначения FOR и NFOR имеют одинаковые определения. Стр. 93: при использовании специальных терминов типа «Бутстреп» желательно приводить их определения (или описания).
3. Подписи к некоторым рисункам недостаточно подробные. Рис. 3.3, 3.4, 3.5: В подписи не отражено, что обозначают разные цвета на графике. Нет указания регионов в подписях к рисункам 3.3 и 3.4, сами подписи одинаковые и не отражают разницу в графиках, для которых они предназначены. Рис. 3.10, 3.11, 3.12. В подписи не отражено, что обозначают зеленые рамки на графике.

Общая оценка работы

Приведённые замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и не влияют на высокую значимость полученных результатов. Автореферат соответствует содержанию представленной диссертации.

То, что система построена, испытана и внедрена свидетельствует о значительном объеме работ, выполненных коллективом с участием диссертанта, а показатели улучшения качества прогнозов свидетельствуют о правильности выбора направления исследований.

Представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, при написании которой автор проявил свою квалификацию в соответствующей области знаний. Её тематика, направленность и полученные результаты соответствуют паспорту специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате. В результате была решена важная научная задача, имеющая существенное значение для развития численного прогноза погоды в России – повышение качества среднесрочного ансамблевого прогноза.

Работа соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней утвержденного Постановлением Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в ред. от 25.01.2024 г.), а её автор Мизяк Василий Геннадьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

Официальный оппонент:
д.ф.-м.н.,
заместитель директора по научной работе
ИВМиМГ СО РАН,

Пененко Алексей Владимирович

29.11.2024

(подпись)

(дата)

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Институт вычислительной
математики и математической
геофизики Сибирского отделения
Российской академии наук
630090, г. Новосибирск,
пр-кт Академика Лаврентьева, д. 6
<https://icmmg.nsc.ru>
aleks@ommgp.sccc.ru
Тел.: (383) 330-61-52

Подпись Пененко А.В. заверяю
Ученый секретарь ИВМиМГ СО РАН
к.ф.-м.н.



Вшивкова Людмила Витальевна

29.11.24

(дата)