

«УТВЕРЖДАЮ»

И.О. директора Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки Института
вычислительной математики и
математической геофизики СО РАН

д.т.н.

В.В. Ковалевский

«31» августа 2017 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Кауркина Максима Николаевича «Параллельный алгоритм ансамблевой оптимальной интерполяции усвоения данных наблюдений в модели динамики океана высокого пространственного разрешения», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Целью диссертационной работы является создание параллельных версий алгоритмов и вычислительной технологии использования данных наблюдений в моделях динамики океана высокого пространственного разрешения, что, в конечном счете, направлено на повышение качества прогноза состояния океана.

Актуальность не вызывает сомнений: достоверный прогноз состояния океана, предсказание опасных явлений в режиме, приближенном к реальному времени, отвечает потребностям современной науки и общества.

Анализ содержания диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, приложений и списка литературы, включающего 135 наименований.

Во введении автор дает обоснование актуальности данной работы, формулирует цели и задачи исследования, обосновывает научную новизну и практическую значимость полученных результатов.

Первая глава является обзорной, в ней приведены сведения о тех моделях, для которых автор разрабатывал алгоритмы усвоения данных. Это модель динамики океана ИВМИО и модель термодинамики льда SICEL. Здесь же описана вычислительная платформа SMF 3.0, на базе которой автор реализовал параллельный алгоритм усвоения данных.

Вторая глава также является обзорной. В ней проводится анализ существующих методов и систем усвоения данных для моделей океана высокого разрешения, а также дано описание усваиваемых данных и способы их получения.

Третья и четвертая главы содержат описание результатов автора. В третьей главе описаны параллельные алгоритмы, разработанные автором для реализации методов многомерной оптимальной интерполяции и ансамблевой оптимальной интерполяции. В

результате анализа достоинств и недостатков применяемых алгоритмов, обосновано решение о выделении процедур усвоения данных в отдельный сервис.

Четвертая глава посвящена описанию численных экспериментов по усвоению данных в модели Северной Атлантики. Автором выполнен цикл сценарных расчетов четырех различных типов, один из которых является контрольным, без усвоения данных. В двух других экспериментах усваиваются данные дрейфтеров ARGO разными методами. В четвертом эксперименте используются данные альтиметрии AVISO для усвоения методом ансамблевой оптимальной интерполяции.

Автором проанализированы и сравнены результаты экспериментов и сделаны выводы о значительном улучшении результатов моделирования при использовании процедур усвоения данных. Исследована также эффективность параллельной реализации в рамках разработанного сервиса, показана линейная масштабируемость метода ансамблевой оптимальной интерполяции.

В заключении перечислены основные результаты диссертационной работы.

Степень обоснованности научных положений и выводов.

Работа основана на известных постановках задач, используются математические модели динамики океана, разработанные в ИВМ РАН и институте океанологии РАН. Методы оптимальной интерполяции и методы ансамблевой оптимальной интерполяции широко используются в мировом научном сообществе.

Для реализации автор использует современные численные методы и их программные реализации. Программные коды проверены на тестовых примерах. Результаты тематических сценарных расчетов, выполненных с использованием разработанных автором параллельных алгоритмов, согласуются с результатами других авторов. Поэтому можно считать полученные результаты обоснованными.

Научная значимость полученных автором результатов и их новизна

В диссертационной работе имеются следующие элементы новизны:

- разработана параллельная версия алгоритма усвоения данных наблюдений MVOI в модели динамики океана ИВМИО;
- создана программная архитектура системы усвоения данных наблюдений;
- разработан параллельный алгоритм на основе метода EnOI равномерно масштабируемый для нерегулярных данных наблюдений;
- выполнена программная реализация блока усвоения данных в качестве программного сервиса DAS вычислительной платформы CMF 3.0;
- результатами сценарных расчетов на модели Северной Атлантики продемонстрирована положительная роль методов усвоения данных в улучшении качества воспроизведения динамических процессов в океане.

На два программных продукта оформлены свидетельства о Государственной регистрации программ для ЭВМ.

Соответствие специальности

Содержание диссертации соответствует специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», поскольку в ней представлены результаты по пунктам 3-б паспорта специальности: Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий; Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента; Комплексные исследования научных и технических

проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента; Разработка новых математических методов и алгоритмов проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурального эксперимента.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты работы могут быть использованы при дальнейшем развитии исследований и построении более совершенных моделей, учитывающих данные наблюдений о состоянии океана. Результаты также могут быть использованы в учебном процессе при подготовке специалистов по методам математического моделирования для задач геофизической гидродинамики в учебных курсах по параллельным алгоритмам и технологиям.

Апробация работы. Автор выступал с докладами на конференциях и семинарах различного уровня по тематике работы. Основные результаты диссертации опубликованы в 10 работах, 3 из которых в журналах, рекомендованных ВАК.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Вопросы и замечания:

1. Если сравнивать EnOI и MVOI, то кроме эксперимента с синтетическими данными ТО2 уместно было бы провести эксперимент ТО3, т.е. на данном тесте показать работу не только EnOI, но и MVOI. Тем более, что разработка параллельного MVOI выдвигается в качестве первого результата диссертации.

2. Из рисунка 4.1 следует, что ср. кв. ошибка ТО2 падает в два раза в течение первых 2-х дней (а может быть и быстрее, т.к. дискретность графика равна 2-м дням), т.е. в результате усвоения всего 100-180 профилей. Однако в дальнейшем такого уменьшения ошибки не наблюдается, хотя количество усваиваемых данных не уменьшается. Напротив, она стабилизируется около 0.5 °C. В тоже время ошибка ТО1, где нет усвоения, продолжает падать в течение всего срока. Почему не происходит дальнейшего уменьшения ошибки в ТО2, и не пересекутся ли графики, если интегрирование продлить еще дней на 30-50?

3. Из рисунка 4.7 следует, что метод усвоения EnOI работает не так, как в предыдущих экспериментах, поскольку ошибка падает постепенно на протяжении периода усвоения, а не в первые 2-4 дня. Почему?

4. По нашему мнению, выбор дрейфтеров D1 и D2 для сравнения с результатами усвоения не объективен, так как относится (судя по рисунку 4.5) к районам, где усвоение работает более удачно. Однако, из рисунка 4.5 также видно, что почти во всем Карибском море качество прогноза значительно ухудшилось в результате усвоения. Почему?

5. На рисунке 4.11, снова EnOI ведет себя так же, как и раньше, однако, дает неожиданные всплески. Например, на 13-е сутки для температуры и на 8-е для солёности. С чем это связано?

6. Рис. 4.12. Непонятно, почему приводится сравнение для одной конкретной даты (2008-06-29), а не интегрально.

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки выполненной работы.

Заключение

Суммируя изложенное, считаем, что в работе сделан очередной шаг по объединению данных наблюдений и математических моделей при помощи методов усвоения данных, реализованных параллельными алгоритмами в рамках современных технологий высокопроизводительных вычислений. Разработанный при участии автора сервис

усвоения данных в системе CMF 3.0 является важным элементом в общей системе моделирования Земли.

Уровень диссертации соответствует требованиям ВАК Минобрнауки РФ, а ее автор, Кауркин Максим Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Результаты представленной диссертации и отзыв на неё обсуждены и одобрены на совместном семинаре лаборатории математического моделирования гидротермодинамических процессов в природной среде лаборатории математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН 30 августа 2017 (протокол №3).

Руководитель семинара:
Заведующий лабораторией
математического моделирования
гидротермодинамических процессов
в природной среде ИВМиМГ СО РАН,
профессор, доктор физико-математических
наук по специальности 01.04.12 геофизика

Владимир Викторович Пененко

Отзыв подготовил:
И.О. заведующего лабораторией
математического моделирования процессов
в атмосфере и гидросфере ИВМиМГ СО РАН,
доктор физико-математических
наук по специальности 05.13.18

Геннадий Алексеевич Платов

Личную подпись доктора физико-математических наук Владимира Викторовича Пененки и доктора физико-математических наук Платова Геннадия Алексеевича заверяю.

Ученый секретарь
ИВМиМГ СО РАН,
к.ф.-м.н.

Михаил Александрович Марченко

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук

Адрес: 630090 Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 6

Телефон: (383)330-83-53

Факс: (383)330-87-83

E-mail: director@sscc.ru