

АНАЛИЗ СЕЗОННОЙ И МНОГОЛЕТНЕЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МИРОВОГО ОКЕАНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПО СОВМЕСТНОЙ МОДЕЛИ COSMOS (MPIOM+ECHAM5)

Г.М. Михайлов, К.П. Беляев, В.П. Пархоменко, Н.П. Тучкова, А.Н. Сальников

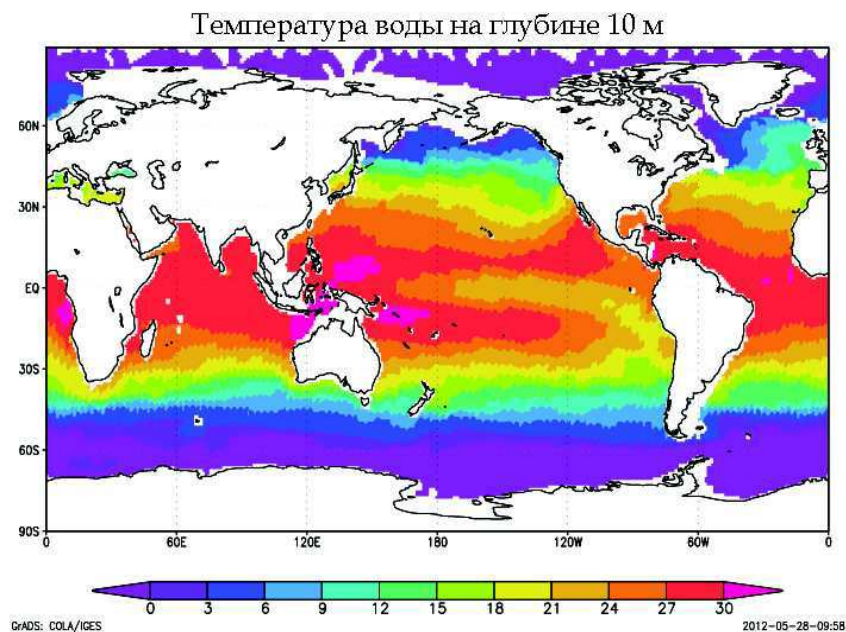
В работе изучалось поведение различных физических характеристик Мирового океана, таких как средняя и максимальная температура поверхности океана и подповерхностного слоя океана, средняя и максимальная скорости течений и некоторые другие, получаемые по совместной модели COSMOS. Модель состоит из блоков – модель динамики океана MPIOM (Институт Метеорологии им. М.Планка, Гамбург, Германия) и модели ECHAM5 (Европейский Центр Среднесрочных прогнозов ECMWF) и блока коммуникаций, реализованного на базе MPI-библиотек (Институт Метеорологии им. М.Планка, Гамбург, Институт Метеорологии, Независимого Университета Берлина, Германия).

Используемая в работе модель описана в ряде работ [1-2]. Конфигурация используемой версии модели показана, например в [3]. Авторами добавлен блок усвоения данных наблюдений для модели океана [3], разработанный для параллельной реализации [4, 5]. В настоящей работе проводились следующие эксперименты:

Строилось начальное поле в океане и атмосфере, которое условно ассоциировалось с 1992 г. Для этого проводился spinup-расчет, в котором начальное поле температуры и солёности из атласа Левитуса (NOAA, <http://www.noaa.gov/>) интегрируется в течение нескольких сотен лет под воздействием климатических полей атмосферы (потоков тепла и скорости ветра из атласа NCEP (<http://www.ncer.noaa.gov/>)). После этого строится реанализ атмосферы на 1992 г, и эти поля, как в океане, так и в атмосфере берутся в качестве начальных для совместной модели.

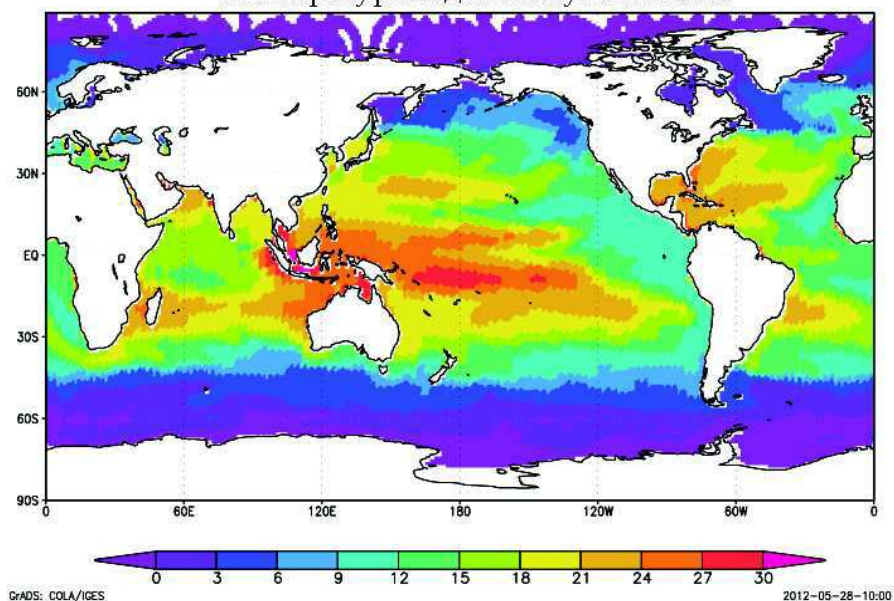
Модель интегрируется в течение 20 лет. Шаг по времени модели - 9 минут. По результатам моделирования строятся ежемесячные средние поля основных физических характеристик, которые интерполируются в одноградусную сетку по всему глобусу. В среднем, 3 месяца занимает около 20 мин. времени на 16 процессорах (Sun AIX, IBM Regatta AIX).

На рис. 1 показано поле температуры океана на глубине 10 и 100 метров на 1 января 1994 г. - через 2 года модельного счета в качестве примера. Видно, что модель достоверно описывает основные известные свойства океана, включая такие особенности, как зона Гольфстрима, зона теплового максимума в районе Индонезии, другие характерные особенности. Это позволяет анализировать модельные результаты с достаточной степенью уверенности в их адекватности.



(a)

Температура воды на глубине 100 м

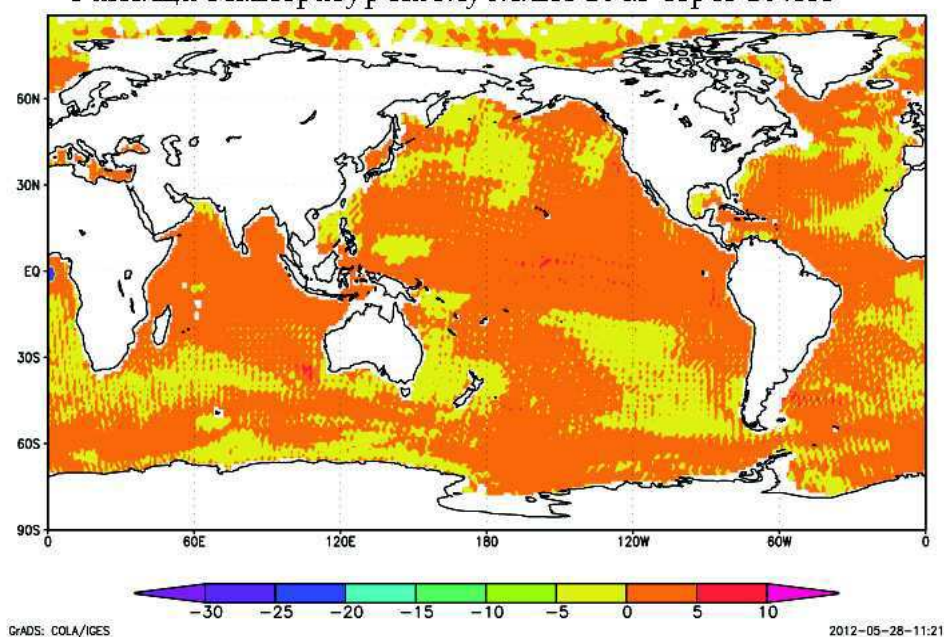


(б)

Рис 1. Температурное поле океанской воды на глубине (а) – 10 м (б) – 100 м

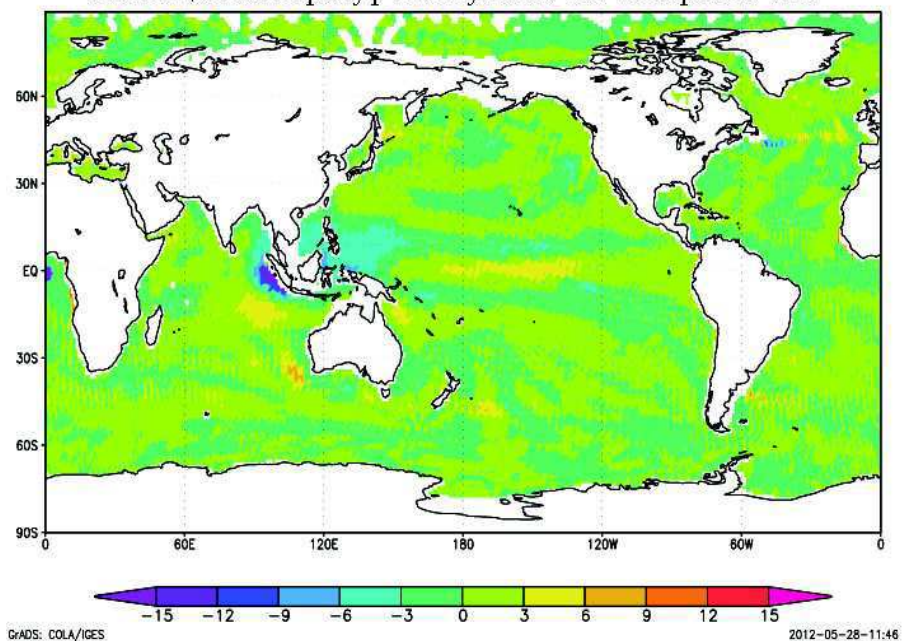
На рис 2 и 3 показана разница температуры океана чрез 10 лет (2004 г.) и 20 лет (2014 г.) интегрирования на глубине 10 м и 100 м, соответственно. Интересно отметить, что точка максимум мигрирует в течение этих 20 лет, хотя ее изменчивость не особо значима.

Разница температур на глубине 10 м через 10 лет



(а)

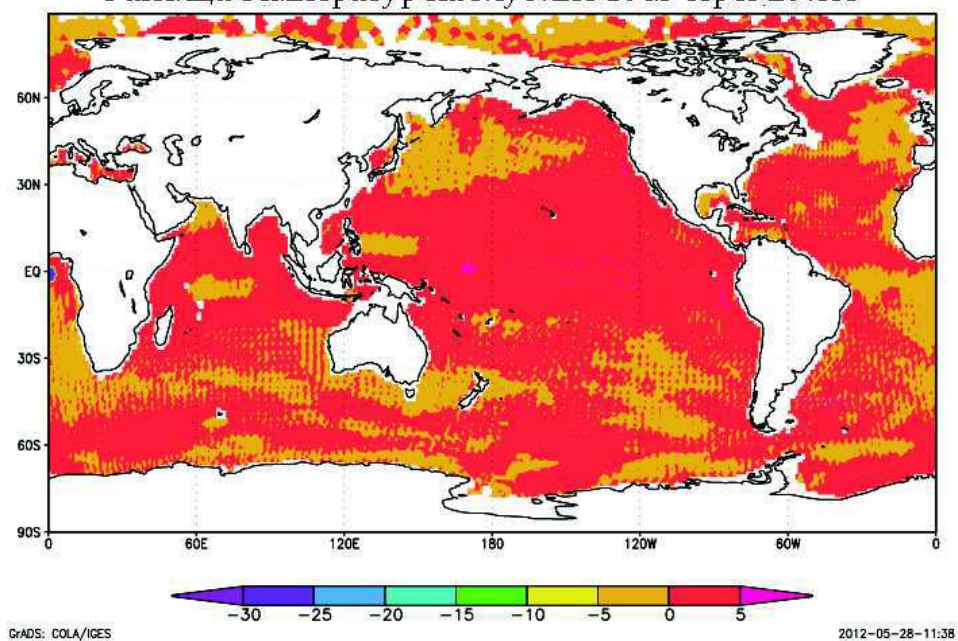
Разница температур на глубине 100 м через 10 лет



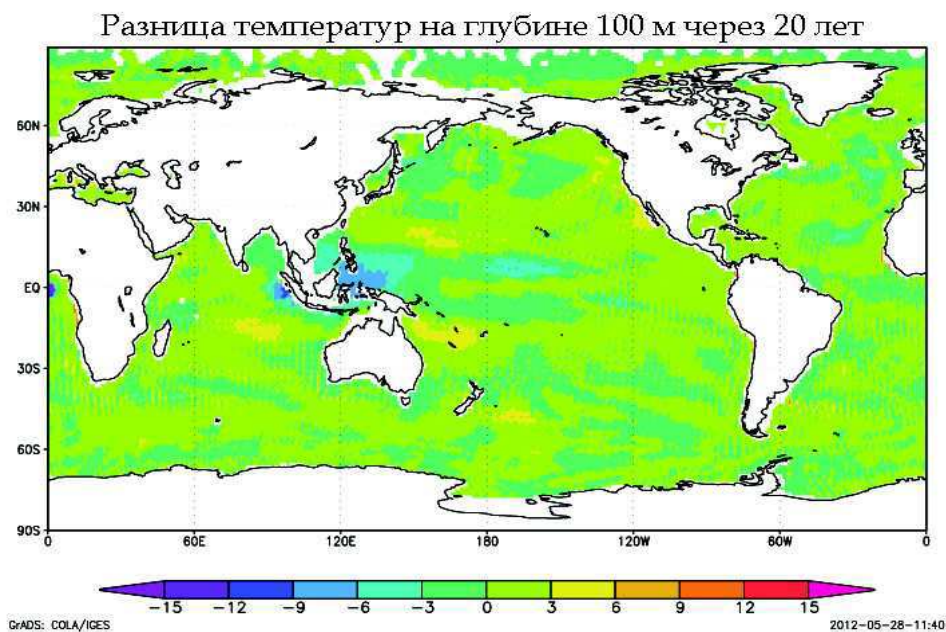
(б)

Рис 2. Температурное поле океанской воды через 10 лет интеграции модели на глубине (а) – 10 м (б) – 100 м
В процессе численных экспериментов анализируется изменчивость полей течений, на поверхности и в слое 50 м, изменчивость толщины льда в арктической области и другие параметры.

Разница температур на глубине 10 м через 20 лет



(а)



(б)

Рис 3. Температурное поле океанской воды через 20 лет интеграции модели на глубине (а) – 10 м (б) – 100 м
Работа поддерживается Российским фондом фундаментальных исследований (проект № 11-07-00161-а).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Jungclaus J.H., Keenlyside N., Botze M., Naak H., Luo J.-J., Latif M. Marotzke, Mikolajewicz J. U., and Roeckner E., Ocean circulation and tropical variability in the coupled model ECHAM5/MPI-OM, *J. Climate*, 19, 3952-3972, 2006.
2. Беляев К.П., Тучкова Н.П., Кирхнер И. Метод коррекции модельных расчетов по данным измерений, основанный на диффузионном приближении, и его применения для анализа гидрофизических характеристик // *Матем. Моделирование*. 2009. Т. 21. № 3. С. 53–68.
3. Беляев К.П., Михайлов Г.М., Пархоменко В.П., Соколов В.А., Тучкова Н.П. Численное моделирование климатических процессов с применением методики ансамблевых экспериментов. М.: ВЦ РАН. 2010.132 с.
4. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. БХВ-Петербург, 2004 г. 606 с.
5. Князев Н., Сальников А. Планирование запуска программ на суперкомпьютерах: Алгоритмы и инструменты для администраторов и пользователей суперкомпьютеров // LAP LAMBERT Academic Publishing, Germany, Saarbrucken, 2011, 64 с., ISBN-13 978-3-8433-0712-3