

АНАЛИЗ ВОЗМУЩЕНИЙ В ОКЕАНЕ, ЗАДАВАЕМЫХ УСВОЕНИЕМ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В СОВМЕСТНОЙ МОДЕЛИ ЦИРКУЛЯЦИИ

К.П. Беляев, Г.М. Михайлов, Н.П. Тучкова

Одной из целей гидродинамического моделирования является прогнозирование различных характеристик на коротких, среднесрочных и отдаленных временных масштабах. Понятно, что качество прогноза непосредственно зависит от того, насколько данная модель адекватно реагирует на изменения начальных условий.

Работы по прогнозированию, исследованию чувствительности и ансамблевому моделированию для совместных моделей ведутся примерно с середины 90-х годов прошлого века [1]. При этом варьируются различные параметры модели, в частности, начальные поля температуры и солёности, коэффициенты диффузии и ряд других. Например, отметим работу по моделированию и прогнозированию феномена Эль-Ниньо 1997 г. по совместной модели COLA (IGES, MD, USA) [2], по описанию и прогнозу динамики в Тропической зоне Тихого океана, по прогнозированию осадков в Тропической Атлантике и Латинской Америке [3] и ряд других.

При изучении чувствительности моделей важно выделить районы Мирового океана, возмущение в которых наиболее сильно сказывается при интегрировании. Также нужно понять, какие районы дают наиболее сильную реакцию на возмущение через определенное время. При этом интересна и важна реакция системы на возмущение отдельных параметров по их пространственному распределению и по способу передачи возмущений.

Цель настоящей работы состоит в том, чтобы изучить реакцию совместной модели [4] (версия EGMAM, состоящая из океанского блока: модель HOPE, атмосферного блока: модель ECHAM4 и блока интерфейса OASIS) на возмущения в океане и проанализировать эти возмущения на различных временных масштабах от месяца до года. Эти возмущения задаются методами усвоения данных наблюдений в океане, разработанными авторами настоящей работы и опубликованными, в частности, в работах [5].

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы:

- Отклик на локальное термическое возмущение (см. Рис. 1.) в экваториальной части Тихого океана является глобальным, распространяется далеко за пределы исходного возмущения. При этом значения температуры и других расчетных характеристик не выходят за интервал достоверности, если исходные возмущения задаются согласованно и в пределах доверительных интервалов.

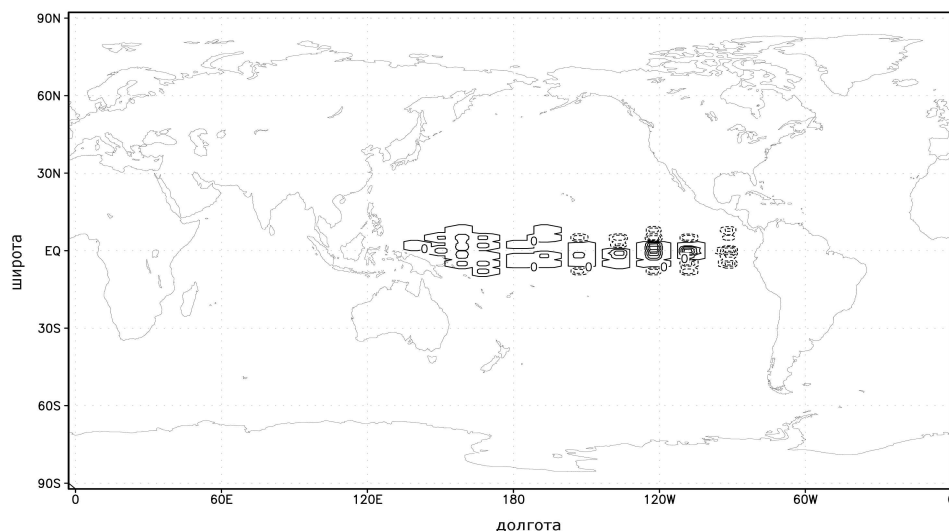


Рис. 1. Разница начальных полей температуры ($^{\circ}\text{C}$) на поверхности (поле после усвоения минус модельное поле).

- При задании возмущения в экваториальной зоне Тихого океана более значимый отклик в верхних слоях океана (см. Рис.2.) проявляется в “энергоактивных зонах” - зонах повышенного взаимодействия океана и атмосферы, что объясняется переносом возмущений атмосферой и последующим влиянием создаваемых в атмосфере аномалий на океан.

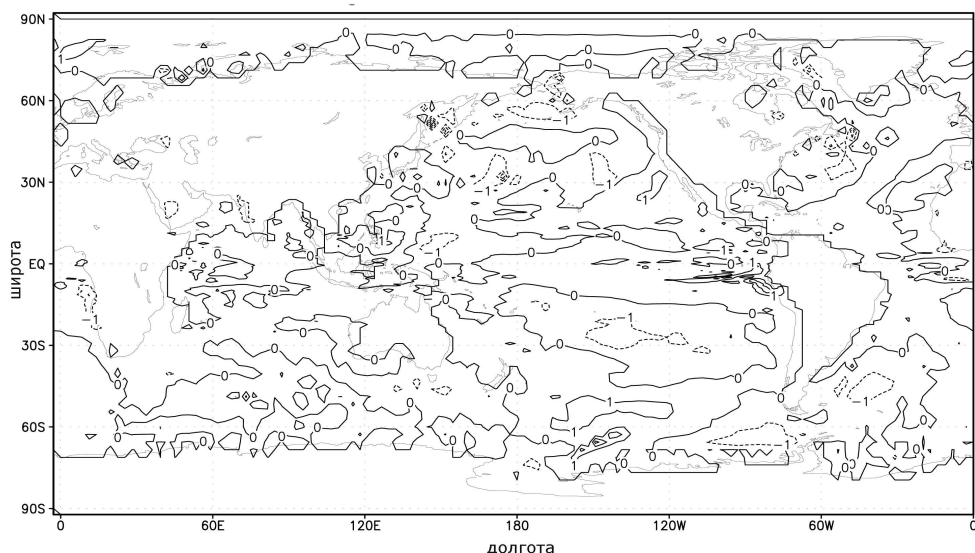


Рис.2. Средние отклонения по четырем экспериментам через 6 мес.

- В более глубоких слоях океана отдаленный отклик не прослеживается, влияние начального возмущения соответствует известной схеме течений Тихого океана. Амплитуда результирующих аномалий значительно меньше амплитуды аномалий верхних слоев океана.
- Независимые статистические тесты (см. Таблицу), например критерий знаков, проведенные по натурным данным в исследуемой области в целом подтверждают полученные в модельных экспериментах схемы распространения аномалий

ТАБЛИЦА: Сравнение модельных и наблюдаемых аномалий температуры (°C) в выделенных точках

Координаты точек	Среднее значение за январь (10 лет) (°C)	Среднее значение за апрель (10 лет) (°C)	Число лет, меньших среднего (январь)	Число лет, меньших среднего (апрель)	Совпадения в знаке аномалии
156°в.д., 2°ю.ш.	18.36	19.15	4	4	3
156°в.д., 2°с.ш.	19.12	19.58	6	5	4

Настоящая работа показывает, что изучаемая проблема весьма нетривиальна, тепловое воздействие оказывает значимый эффект на все процессы и далеко за пределами тропической зоны. Понятно, что эффекты влияния на возмущение в средних и высоких широтах будут много сложнее, соответствующие процессы передачи этих возмущений будут более многофакторными и многообразными. Поэтому их изучение не потеряет своей актуальности и в будущем.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 08-07-00126).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дымников В.П., Лыкосов В.Н., Володин Е.М. и др. Моделирование климата и его изменений // Современные проблемы вычислительной математики и математического моделирования. М. Наука, 2005, т. 2. С.38-175
2. Schneider E. K., Zhu Z., Giese B. S. et al. Annual Cycle and ENSO in a Coupled Ocean-Atmosphere Model. May 1995. 57 p.
3. Kirtman B. P. Oceanic Rossby wave dynamics and the ENSO period in a coupled model // J. Climate. 1997. V.10. P. 1690–1704.
4. Legutke S., Cubasch U. Sea Ice in Coupled General Circulation Models. WCRP Informal Report No. 11/2000, Report of the first session of the ACSYS numerical experimentation group, 2000. C9: 1-7.
5. Беляев К.П., Тучкова Н.П., И. Кирхнер. Метод коррекции модельных расчетов по данным измерений, основанный на диффузионном приближении, и его применения для анализа гидрофизических характеристик // Ж.Математическое Моделирование, 2009, т. 21, № 3, с. 53-68.
6. Беляев К.П., Тучкова Н.П., Кубаш У. Реакция совместной модели "океан-лед-атмосфера" при усвоении данных наблюдений в тропической зоне Тихого океана // Ж. Океанология, 2010, т. 50, № 3, с. 334-344.