

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата географических наук Осипова Александра Михайловича
на тему: «Механизмы формирования двух типов Эль-Ниньо и их
модификации в меняющемся климате» по специальности 1.6.18 –
«Науки об атмосфере и климате»

Эль-Ниньо – наиболее сильная по магнитуде и откликам собственная мода климатической изменчивости, связанная с крупномасштабным чередование аномального потепления и похолодания центральной/восточной экваториальной Тихоокеанской температуры поверхности, которое совпадает с изменениями ветров и осадков. Эль-Ниньо является основным типом тропической изменчивости на межгодовых временных масштабах и, хотя само в основном происходит в тропической части Тихого океана, вызывает климатические последствия по всему бассейну и во многих других частях мира. В частности, Эль-Ниньо неизменно является основным модулятором глобальной приземной температуры в межгодовых временных масштабах и источником предсказуемости на сезонных и межгодовых временных масштабах. Обнаруженные в последние десятилетия различные моды Эль-Ниньо, связанные с формированием так называемых классического и смещенного сигналов в поверхностной температуре, осложняют анализ последствий для различных климатических параметров и требуют их детального анализа. В этом смысле исследование Эль-Ниньо с учетом различных типов представляется крайне актуальным.

Новизна работы состоит в проведении исследования механизмов формирования Эль-Ниньо на основе океанского реанализа GLORYS2V4 с учетом различных типов самого явления, разработке некоторых новых аспектов методологии анализа бюджета тепла верхнего перемешанного слоя и приложении предложенных метрик к оценке адекватности воспроизведения Эль-Ниньо в климатических моделях.

Автором вынесены на защиту положения, которые с одной стороны непротиворечивы, а с другой стороны позволяют привнести много нового в наше понимание механизмов формирования различных типов Эль-Ниньо. В частности, показано, что адвективные процессы в океане являются основным фактором формирования Эль-Ниньо, при этом важная роль принадлежит вертикальной адвекции. Кроме того, отмечена и на количественном уровне доказана различная роль вертикальной и горизонтальной адвекции в формировании аномалий температуры верхнего слоя соответственно в восточной и центральной частях экваториального Тихого океана.

Важным результатом является также проведенный детальный (и весьма трудоемкий) анализ воспроизведения механизмов формирования Эль-Ниньо различных типов в экспериментах с климатическими моделями и проведена обоснованная дискриминация моделей по их способности воспроизводить ключевые механизмы формирования различных типов Эль-Ниньо. Важным результатом также является вывод о том, что в целом в будущем климате по данным экспериментов с климатическими моделями механизмы формирования аномалий запасов тепла в верхнем перемешанном слое и соответственно двух типов Эль-Ниньо сохранятся, хотя могут произойти изменения в магнитуде различных адвективных компонентов бюджета тепла. Это принципиально с точки зрения большого интереса научного сообщества к возможности взаимодействия между собственными модами климатической изменчивости и долгопериодными вынужденными изменениями климата, связанными с антропогенным сигналом.

Представленная работа потребовала анализа большого количества данных реанализов океана (GLORYS4), атмосферы (ERA-Interim) и модельных интегрирований с климатическими моделями. В этом смысле способность автора анализировать большие массивы данных и получать характеристики, необходимые для анализа, безусловно, свидетельствует о его квалификации.

Как всякая сильная работа, диссертация А.М. Осипова не лишена недостатков. Опуская мелкие терминологические и технические неточности, хочется обратиться к наиболее значимым.

1) Во многих местах работы речь идет и линейной и нелинейной адвекции. Скорее всего, терминология заимствована из работ An and Jin (2004) и Takahashi and Dewitte (2016), между которыми термин эволюировал от linear/nonlinear heating(warming) до advection. Хотя понятно о чем идет речь, терминология спорная (кстати, и у указанных авторов), и при употреблении требует четкого определения, поскольку формально процесс адвекции протекать нелинейно.

2) Коэффициент регрессии (уравнение 2.4) представляет собой расчет односторонней регрессии, которая неортогональна, поскольку минимизация подвергается отклонения только по одной переменной. Насколько это было принципиально для интерпретации, из работы неясно, хотя может и непринципиально, но в любом случае должно быть обговорено.

3) Большое беспокойство представляет декларируемый расчет вертикальной скорости из дивергенции в GLORYS4 (уравнение 2.1). Действительно, в данных GLORYS, предоставляемых пользователю, отсутствует вертикальная компонента скорости. Ее апостериорный расчет (собственно уравнение 2.4 надо интегрировать и разбираться как-то с граничными условиями) приводит к очень сильным погрешностям особенно в данном районе, где горизонтальные скорости значительно превышают вертикальные. Эти погрешности и их влияние на результаты в работе не приводятся.

4) Еще один момент, частично связанный с предыдущим замечанием, но имеющий более широкое значение для работы. Нигде мне не удалось обнаружить (хотя может это моя проблема), выполняются ли все диагностики для среднемесячных значений или для суточных. Хочется думать, что для суточных, а потом рассчитанные метрики осредняются.

Применение же данного диагностического аппарата для месячных значений как раз и ставит вопрос о роли нелинейностей в формировании всех полученных оценок.

5) Для всех членов, показанных, например, на рис. 4.2, 4.3, 5.2, 5.3 хорошо бы было привести доверительные интервалы и оценки точности расчета для полученных оценок членов. Справедливости ради надо сказать, что для различий достоверность разность оценена.

Две вещи, которые просто для меня остались неясными.

6) Если первый ЭОФ описывает 70%, а второй 14%, то нет сомнений в том, что они разделены между собой, однако насколько хорошо отделен второй от 3-го не говорится, а это может повлиять на результаты расчета коэффициентов, связанных с ЭОФ (где используются нормализованные главные компоненты).

7) На стр. 52–54 верно указывается, что модели и реанализы работают на различных сетках. При этом неясно, какие модели используют какие сетки и как это учитывалось для разных моделей. Осталось неясным, предполагалось ли использование C-grid в GLORYS4. Если так, то это не совсем верно, поскольку в предоставляемых массивах на сайте MERCATOR все сведено в TS-grid. Кстати, то же самое является фактом и для ряда (не для всех) массивов климатических моделей.

Указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.18 – «Науки об атмосфере и климате» (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, и оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени

доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Осипов Александр Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.18 – «Науки об атмосфере и климате».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
профессор, чл.-корр. РАН,
зав. лабораторией взаимодействия
океана и атмосферы и мониторинга
климатических изменений
ФГБУН «Институт океанологии
им. П.П. Ширшова РАН»

ГУЛЁВ Сергей Константинович _____ «3» мая 2024 г.

Контактные данные:

Тел.: +7(499)124-79-85, e-mail: _____

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена
диссертация: 25.00.28 – «Океанология»

Адрес места работы:

117997, г. Москва, Нахимовский просп., д. 36,
ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН», лаборатория
взаимодействия океана и атмосферы и мониторинга климатических
изменений

Тел.: +7(499)124-59-96, e-mail: office@ocean.ru

Подпись сотрудника ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН»
С.К. Гулёва удостоверяю:
