

РЕЦЕНЗИЯ № 1

на статью «ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ АНОМАЛИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ТИХОГО ОКЕАНА В ЭКВАТОРИАЛЬНОЙ ЗОНЕ НА ХАРАКТЕР РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛНОВОЙ АКТИВНОСТИ ИЗ ТРОПОСФЕРЫ В СТРАТОСФЕРУ В МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ»

автора: Д. А. Собаева

Статья посвящена анализу потоков волновой активности из тропосферы в стратосферу в случае аномалий температуры поверхности тропического Тихого океана, соответствующих каноническому Эль-Ниньо и Эль-Ниньо Модоки по данным численного моделирования с использованием среды Isca. Показано, что в обоих случаях положительным аномалиям ТПО в тропиках Тихого океана соответствует более слабый полярный стратосферный вихрь и большее количество ВСП. Показано, что меридиональный поток волновой энергии в сторону высоких широт наиболее высок в случае Эль-Ниньо Модоки.

Статья представляет интерес и может быть опубликована после доработки с учетом следующих замечаний.

1. Следует более подробно описать условия проводимых численных экспериментов. В частности, какое пространственное разрешение модели задавалось, сколько было вертикальных уровней и где была расположена верхняя граница расчетной области. Какие параметризации глубокой конвекции и гравитационно-волнового сопротивления использовались.

2. Было бы хорошо в таблице 1 и 2, а также на рис. 3 привести также данные контрольного эксперимента.

3. На стр. 7, строки 206–207 при обсуждении рис. 3 говорится о более интенсивном распространении волн Россби из тропиков в умеренные широты в случае Эль-Ниньо Модоки. Однако, рис. 3 не показывает меридиональную компоненту волнового потока, а показывает лишь вертикальную, поэтому такого вывода из рассмотрения этого рисунка сделать нельзя, а можно сделать при рассмотрении рис. 4 и 5.

4. Возможно, более интенсивное вертикальное распространение волн в случае ЭНМ, чем в случае КЭН, действительно имеет место, но на более высоких уровнях, чем 200 мб. Например, на 100, 50 или 20 мб. Если это действительно так, то было бы хорошо, если бы авторы привели рисунок с вертикальной компонентой потока, аналогичный рис. 3, для такого уровня.

5. Следует расшифровать сокращения КЭН и ЭНМ при их первом употреблении.

6. В подписях к рис. 3, 4, 5 следует пояснить, что означают точки на рисунках.

Подпись. Рецензент № 1. 09.10.2024.

От редакции: рецензия была направлена автору.

Ответ рецензенту № 1 на Рецензию от 09.10.2024 на статью автора: Д. А. Собаева «ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ АНОМАЛИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ТИХОГО ОКЕАНА В ЭКВАТОРИАЛЬНОЙ ЗОНЕ НА ХАРАКТЕР РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛНОВОЙ АКТИВНОСТИ ИЗ ТРОПОСФЕРЫ В СТРАТОСФЕРУ В МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ».

Рецензент: *Статья посвящена анализу потоков волновой активности из тропосферы в стратосферу в случае аномалий температуры поверхности тропического Тихого океана, соответствующих каноническому Эль-Ниньо и Эль-Ниньо Модоки по данным численного моделирования с использованием среды Isca. Показано, что в обоих случаях положительным аномалиям ТПО в тропиках Тихого океана соответствует более слабый полярный стратосферный вихрь и большее количество ВСП. Показано, что*

меридиональный поток волновой энергии в сторону высоких широт наиболее высок в случае Эль-Ниньо Модоки. Статья представляет интерес и может быть опубликована после доработки с учетом следующих замечаний.

Ответ: Авторы благодарят рецензента за время и силы, уделенные прочтению и рецензированию рукописи. Представленные предложения и комментарии ценны для этой статьи, которая стала только лучше после внесения предложенных изменений и добавления пояснений по отдельным вопросам. Надеемся, что рецензенту понравится отредактированный вариант рукописи.

Рецензент: 1. Следует более подробно описать условия проводимых численных экспериментов. В частности, какое пространственное разрешение модели задавалось, сколько было вертикальных уровней и где была расположена верхняя граница расчетной области. Какие параметризации глубокой конвекции и гравитационно-волнового сопротивления использовались.

Ответ: Благодарим рецензента за данное уточнение. В текст методики было добавлено описание модели.

Было: В данной работе для моделирования глобальной циркуляции атмосферы при различных граничных условиях, соответствующих различным фазам Эль-Ниньо Южное колебание (ЭНЮК), была использована программная среда Isca (Vallis et al., 2018).

Стало: В данной работе для моделирования глобальной циркуляции атмосферы при различных граничных условиях, соответствующих различным фазам Эль-Ниньо Южное колебание (ЭНЮК), была использована программная среда Isca (Vallis et al., 2018) с динамическим ядром GFDL, разработанным Лабораторией геофизической гидродинамики [Geophysical Fluid Dynamics Laboratory]. Использованная конфигурация модели уже была успешно применена в моделировании динамики тропосферы и стратосферы на данной платформе (Thompson and Valis, 2018; Sobaeva et al., 2023). Данная конфигурация учитывает основные требования для реалистичного воспроизведения стратосферной динамики: горизонтальное спектральное разрешение – T42, 40 вертикальных уровней, 18 из которых находились выше тропопаузы. Диссипативная верхняя граница модели находилась на уровне около 73 км (0,02 гПа), нижняя граница диссипации находилась на уровне 150 Па.

Рецензент: 2. Было бы хорошо в таблице 1 и 2, а также на рис. 3 привести также данные контрольного эксперимента.

Ответ: Благодарим рецензента за данное предложение, данные для контрольного эксперимента были добавлены в таблицы 1 и 2. В контрольном эксперименте на обоих временных периодах меридиональная компонента потока волновой активности, осредненная вдоль 50° с. ш. меньше 0, вдоль 60° с. ш. – меньше, чем в экспериментах с аномалиями Эль-Ниньо, а вдоль 70° с. ш. выше, чем в экспериментах КЭН и ЭНМ. То есть в контрольном эксперименте отсутствует распространение меридионального потока из низких широт в высокие и наблюдается фокусировка планетарной волны умеренных широт.

Таблица 1 – Меридиональная компонента потока волновой активности на 200 гПа, осредненная за зимний период, в экспериментах с аномалиями ТПО, соответствующими Эль-Ниньо Модоки и каноническому Эль-Ниньо, м²/с²

Эксперимент	50° с. ш., м ² /с ²	60° с. ш., м ² /с ²	70° с. ш., м ² /с ²
Контрольный	-0.98	1.02	0.55
КЭН	0.12	1.10	0.36
ЭНМ	0.51	1.35	0.52

Таблица 2 – Меридиональная компонента потока волновой активности на 200 гПа, осредненная за период 20–5 дней до ВСП, в экспериментах с аномалиями ТПО, соответствующими Эль-Ниньо Модоки и каноническому Эль-Ниньо, $\text{м}^2/\text{с}^2$

Эксперимент	50° с. ш., $\text{м}^2/\text{с}^2$	60° с. ш., $\text{м}^2/\text{с}^2$	70° с. ш., $\text{м}^2/\text{с}^2$
Контрольный	-0.99	1.19	0.78
КЭН	0.28	1.22	0.47
ЭНМ	0.27	1.39	0.59

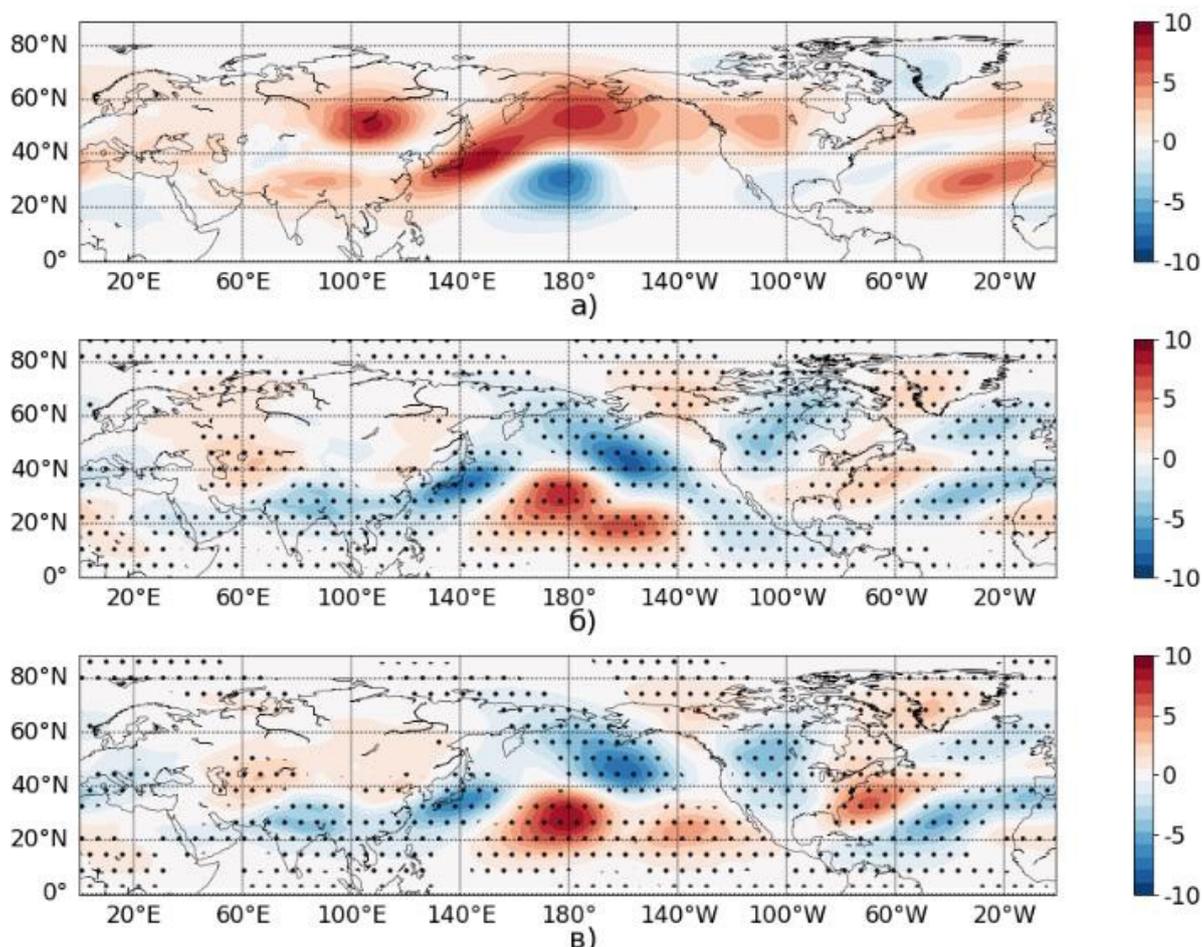


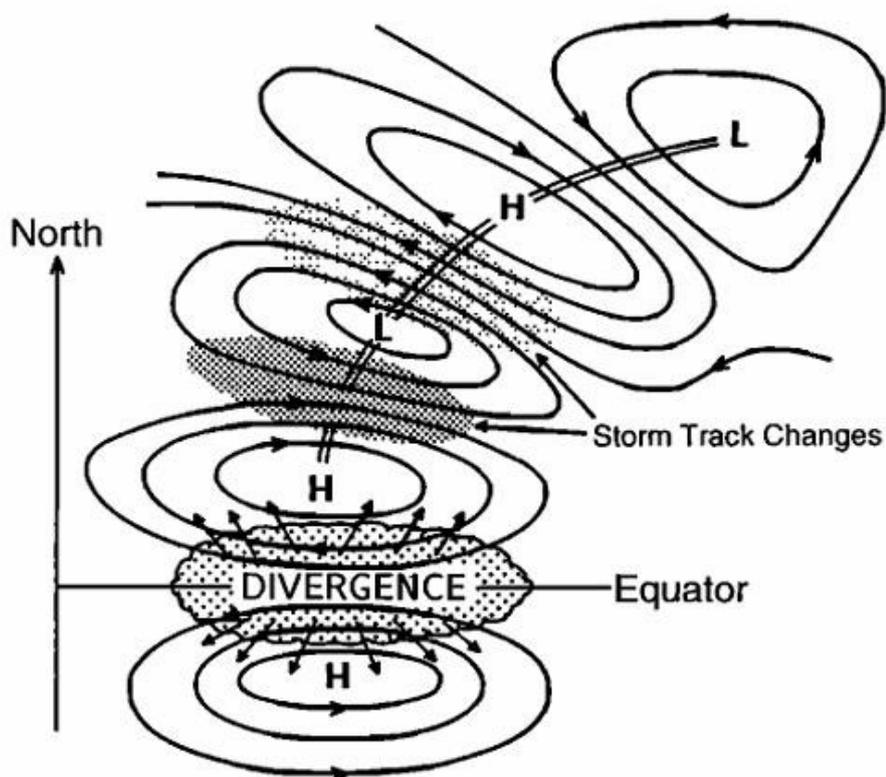
Рис. 4 – Вертикальная компонента потока волновой активности на 200 гПа в контрольном эксперименте, осредненная за период 5–20 дней до ВСП (а). Разница вертикальных компонент потока волновой активности в эксперименте с аномалиями ТПО, соответствующими по локализации Эль-Ниньо Модоки, и контрольном (б), в эксперименте с аномалиями ТПО, соответствующими по локализации каноническому Эль-Ниньо, и контрольном (в), $10\text{-}2 \text{ м}^2/\text{с}^2$. На (б) и (в) разницы статистически значимые на уровне 5 % отмечены точками.

Сравнение вертикальной компоненты потока волновой активности в экспериментах с аномалиями ТПО, соответствующими аномалиям двух типов Эль-Ниньо и в контрольном эксперименте, представлено на рис. 4. Несмотря на то, что в контрольном эксперименте на севере Тихого океана наблюдаются аномалии больше, чем в экспериментах ЭНМ и КЭН, в последних прослеживается распространение волновой активности из тропиков в полярную область, в то время как в контрольном эксперименте южнее 30° с. ш. аномалии вертикальной компоненты отрицательны или отсутствуют, т. е. происходит интенсификация планетарной волны умеренных широт.

Данный рисунок также был добавлен в текст статьи.

Рецензент: 3. На стр. 7, строки 206–207 при обсуждении рис. 3 говорится о более интенсивном распространении волн Россби из тропиков в умеренные широты в случае Эль-Ниньо Модоки. Однако, рис. 3 не показывает меридиональную компоненту волнового потока, а показывает лишь вертикальную, поэтому такого вывода из рассмотрения этого рисунка сделать нельзя, а можно сделать при рассмотрении рис. 4 и 5.

Ответ: В данном случае речь идет о волне Россби, которая формируется за счет усиления конвекции над районом максимальных положительных аномалий ТПО в экваториальной зоне Тихого океана. Схематично эта волна показана на рисунке 4 из (Trenberth et al., 1998). Распространение волны происходит из низких широт в высокие. При таком распространении волновую структуру в меридиональной компоненте вектора скорости ветра не будет видно. Локальные максимумы и минимумы значений вертикальной компоненты потока Пламба в данном случае соответствуют зонам конвергенции и дивергенции соответственно, и их пространственная структура может интерпретироваться как волновое распространение сигнала.



Trenberth K. E. et al. Progress during TOGA in understanding and modeling global teleconnections associated with tropical sea surface temperatures // Journal of Geophysical Research: Oceans. 1998. Vol. 103. No. C7. P. 14291–14324.

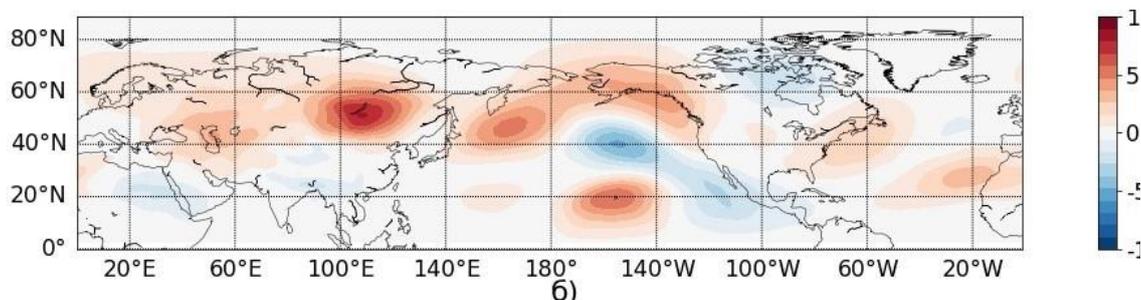


Рис. 3 – Вертикальная компонента потока волновой активности на 200 гПа в эксперименте с аномалиями ТПО, соответствующими Эль-Ниньо Модоки (б), осредненная за период 5–20 дней до ВСП.

Рецензент: 4. Возможно, более интенсивное вертикальное распространение волн в случае ЭНМ, чем в случае КЭН, действительно имеет место, но на более высоких уровнях, чем 200 мб. Например, на 100, 50 или 20 мб. Если это действительно так, то было бы хорошо, если бы авторы привели рисунок с вертикальной компонентой потока, аналогичный рис. 3, для такого уровня.

Ответ: Благодарим рецензента за данный комментарий. Анализ вертикальной компоненты потока Пламба в стратосфере (на уровне 30 гПа) показал, что в экспериментах с аномалиями ТПО, соответствующими обоим типам Эль-Ниньо, восходящий поток наибольшей интенсивности наблюдается над северо-восточной Сибирью (рисунок 5). Кроме того, слабый нисходящий поток наблюдается над Канадским арктическим архипелагом, а восходящий – над всей северной Евразией. Разницы на этом уровне в вертикальном распространении в данных экспериментах наблюдаются в высоких широтах, однако они статистически незначимы.

Данный рисунок был добавлен в текст статьи.

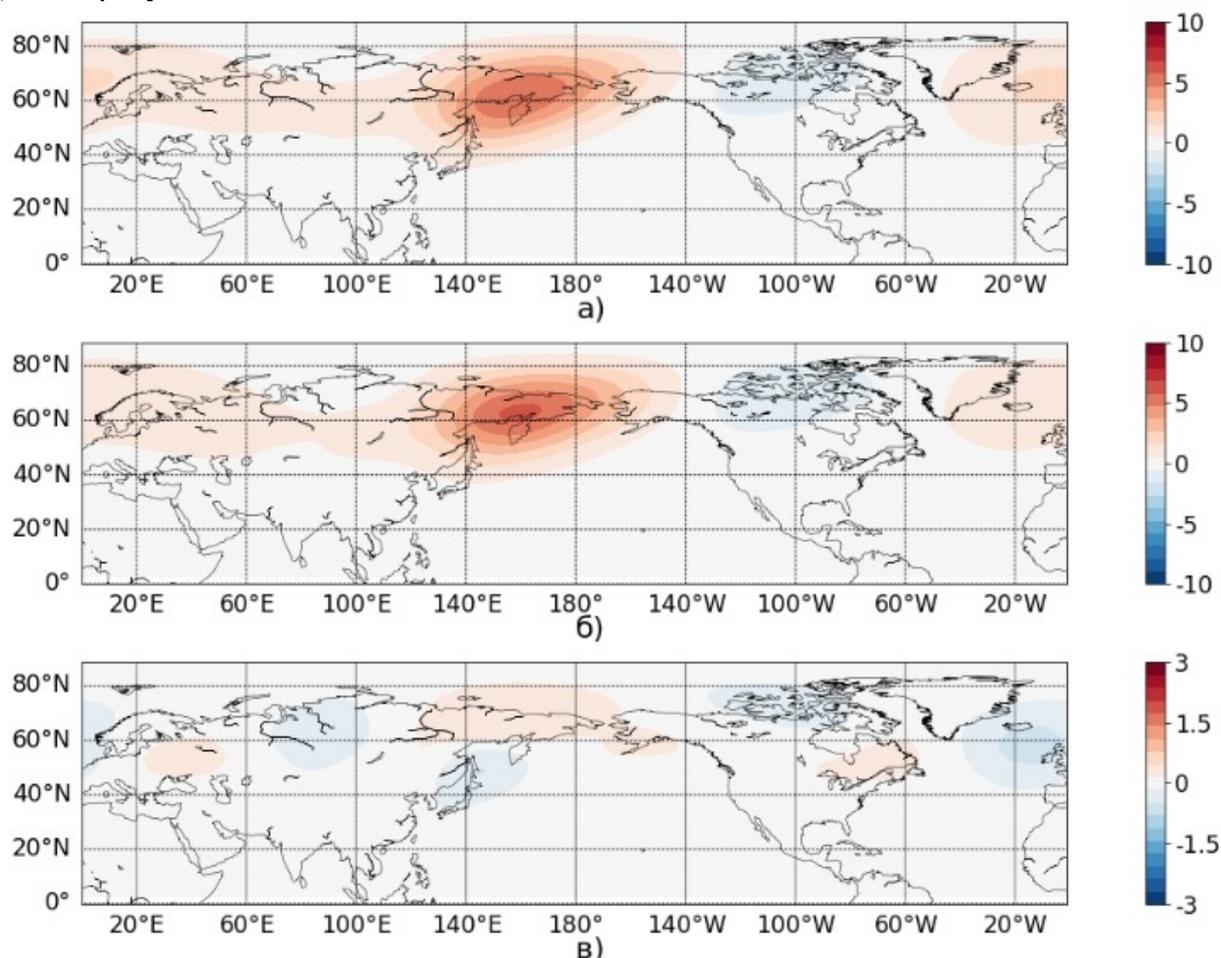


Рис. 5. Вертикальная компонента потока волновой активности на 30 гПа в эксперименте с аномалиями ТПО, соответствующими каноническому Эль-Ниньо (а), Эль-Ниньо Модокки (б). Разница вертикальных компонент потока волновой активности в эксперименте с аномалиями ТПО, соответствующими по локализации Эль-Ниньо Модокки и каноническому Эль-Ниньо, $10^{-2} \text{ м}^2/\text{с}^2$ (в).

Рецензент: 5. Следует расшифровать сокращения КЭН и ЭНМ при их первом употреблении.

Ответ: Благодарим рецензента за это важное уточнение, аббревиатуры добавлены в описание экспериментов в Методике.

Было: Для формирования граничных условий были выбраны года с самыми интенсивными аномалиями ТПО за период наблюдений (для канонического Эль-Ниньо – 1997/1998 г., для Эль-Ниньо Модокки – 1994/1995 г.) и аномалии ТПО для этих лет были умножены на 2 в случае канонического Эль-Ниньо и на 5.4 в случае Модокки.

Стало: Для формирования граничных условий были выбраны года с самыми интенсивными аномалиями ТПО за период наблюдений (для канонического Эль-Ниньо – 1997/1998 г. (эксперимент КЭН), для Эль-Ниньо Модоки – 1994/1995 г. (эксперимент ЭНМ)) и аномалии ТПО для этих лет были умножены на 2 в случае канонического Эль-Ниньо и на 5.4 в случае Модоки.

Рецензент: *б. В подписях к рис. 3, 4, 5 следует пояснить, что означают точки на рисунках.*

Ответ: Спасибо за этот комментарий, точками отмечены регионы, где разности компонент потока волновой активности статистически значимы на уровне 5 %. Данная информация добавлена в подписи рисунков.

С уважением, авторский коллектив. 07.11.2024.

От редакции: ответ и доработанная версия статьи были направлены редакцией рецензенту.

Подтверждение Рецензента № 1 на публикацию:

Здравствуйте!

Все замечания учтены при доработке, думаю, что статья может быть опубликована.

Подпись. Рецензент № 1. 12.11.2024.