

РЕЦЕНЗИЯ № 2

на статью «ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РАЗЛИЧНЫМИ МОДЕЛЯМИ СМIP6 В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ»

авторского коллектива: В. М. Кукушкин, С. К. Гулев

Статья посвящена рассмотрению потока плавучести и трансформации поверхностных вод Атлантики по данным трех моделей СМIP6 и данным реанализа CFSR в условиях современного климата. Статья представляет интерес, содержит новые результаты, соответствует профилю журнала и может быть опубликована после доработки с учетом следующих замечаний.

1. Следует объяснить, почему из нескольких десятков моделей, участвовавших в СМIP6, были выбраны именно модели MPI, MIROC6 и INM и не рассматриваются остальные.

2. Выбранные модели следует описать единообразно, уделяя основное внимание тем особенностям моделей, которые соответствуют тематике статьи. В текущей версии статьи читаем, что модель INM воспроизводит КДК, модель MIROC не использует коррекцию потоков, а в модели MPI модель атмосферы напрямую связана с моделью суши за счет поверхностного обмена массой, импульсом, теплом. Насколько известно рецензенту, все три рассматриваемые модели воспроизводят КДК (но это не имеет отношения к теме статьи), все три модели не используют коррекцию потоков и во всех трех моделях блок атмосферы связан с блоком поверхности суши через потоки (но это не имеет отношения к теме статьи). Вместо такого описания предлагается единообразно указать особенности выбранных моделей, причем ограничиться только сведениями, имеющими отношение к теме статьи: разрешение в атмосфере, горизонтальное разрешение и число вертикальных уровней и вертикальную координату в океане, по возможности – ссылки на используемые параметризации процессов вертикального и горизонтального перемешивания в океане, которые потенциально могли бы быть ответственны за межмодельные различия, обсуждаемые в статье.

3. Абзац с описанием численного эксперимента (строки 139–147) тоже нуждается в изменении. Непонятно, что означает выражение «тест чувствительности модели к климату» (строка 144). Может быть, тест чувствительности модельного климата к внешним воздействиям? В строках 145–147 почему-то говорится, что исторические расчеты были выполнены с помощью модели GISS. А как же выбранные авторами модели MPI, MIROC, INM? Следует устранить эти логические противоречия. Возможно, лучше просто удалить второе и третье предложения этого абзаца.

4. В выводах говорится (строка 330), что «Модели СМIP6 плохо воспроизводят климатическую динамику трансформации». Наверное, здесь имеется в виду, что максимумы и минимумы трансформации различных вод в данных реанализа и моделей не совпадают друг с другом? А в случае СТМВ в модельных данных нет наблюдаемого положительного тренда. Но, по мнению рецензента, в основном эти максимумы и минимумы являются результатом естественной изменчивости, а не откликом на внешние воздействия, и поэтому не могут быть воспроизведены моделями без старта с реальных начальных данных. Для каждой из рассмотренных моделей в базе данных СМIP6 имеется несколько членов ансамбля, которые отличаются лишь начальными данными. Можно было бы рассмотреть несколько членов ансамбля для каждой модели и показать, насколько разные члены ансамбля воспроизводят друг друга. И в какой мере, исходя из этого, они должны воспроизводить межгодовую изменчивость реанализа. Выполнение этого пункта – на усмотрение авторов, но в любом случае следует в выводах указать, что,

вероятно, многие обсуждаемые особенности временного хода являются проявлением естественной изменчивости и не могут быть воспроизведены в климатических расчетах.

5. Вызывает вопросы формула (4). Что означает $\delta(\rho-\rho')$? Если это величина, имеющая размерность плотности, т. е. $\text{кг}/\text{м}^3$, а размерность f – $\text{кг}/(\text{м}^2 \text{ с})$, то не получается, что размерность F – $\text{м}^3/\text{с}$. Казалось бы, в формуле (4) должно быть деление на что-то, имеющее размерность плотности, чтобы получить $\text{м}^3/\text{с}$.

6. Желательно указать, почему происходит занижение трансформации ВМЛ моделями. Из-за занижения площади этих вод, или из-за занижения потока массы? Или из-за совокупности этих двух факторов?

7. В строках 205–206 и 72–73 говорится, что в реанализе поверхностным слоем является слой порядка 5 м, а в моделях – первые сантиметры. Но, насколько известно рецензенту, в большинстве моделей CMIP6 толщина первого модельного уровня также составляет порядка метра или нескольких метров.

Подпись. Рецензент № 2. 29.10.2024.

От редакции: рецензия была направлена авторскому коллективу.

Ответ рецензенту № 2 на Рецензию от 29.10.2024 на статью авторского коллектива: В. М. Кукушкин, С. К. Гулев «ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РАЗЛИЧНЫМИ МОДЕЛЯМИ CMIP6 В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ».

Авторы благодарят рецензента за уделенное на рецензию статьи время и ценные комментарии, которые помогли улучшить качество статьи. Ниже представлен пошаговый ответ на предложенные рецензентами замечания. Текст замечаний выделен курсивом. В прилагаемом измененном варианте рукописи все внесенные исправления, относящиеся к этой рецензии, выделены зеленым фоном.

Рецензент: *1. Следует объяснить, почему из нескольких десятков моделей, участвовавших в CMIP6, были выбраны именно модели MPI, MIROC6 и INM и не рассматриваются остальные.*

Автор: Во введении добавлена мотивация выбора моделей. Так как аналогичное замечание высказал второй рецензент, исправления в тексте к этому замечанию введения выделены желтым.

Рецензент: *2. Выбранные модели следует описать единообразно, уделяя основное внимание тем особенностям моделей, которые соответствуют тематике статьи. В текущей версии статьи читаем, что модель INM воспроизводит КДК, модель MIROC не использует коррекцию потоков, а в модели MPI модель атмосферы напрямую связана с моделью суши за счет поверхностного обмена массой, импульсом, теплом. Насколько известно рецензенту, все три рассматриваемые модели воспроизводят КДК (но это не имеет отношения к теме статьи), все три модели не используют коррекцию потоков и во всех трех моделях блок атмосферы связан с блоком поверхности суши через потоки (но это не имеет отношения к теме статьи). Вместо такого описания предлагается единообразно указать особенности выбранных моделей, причем ограничиться только сведениями, имеющими отношение к теме статьи: разрешение в атмосфере, горизонтальное разрешение и число вертикальных уровней и вертикальную координату в океане, по возможности – ссылки на используемые параметризации процессов вертикального и горизонтального перемешивания в океане, которые потенциально могли бы быть ответственны за межмодельные различия, обсуждаемые в статье.*

Автор: Спасибо за замечание, в текст статьи про модели добавлено единообразное описание.

Рецензент: *3. Абзац с описанием численного эксперимента (строки 139–147) тоже нуждается в изменении. Непонятно, что означает выражение «тест чувствительности модели к климату» (строка 144). Может быть, тест чувствительности модельного климата к внешним воздействиям? В строках*

145–147 почему-то говорится, что исторические расчеты были выполнены с помощью модели GISS. А как же выбранные авторами модели MPI, MIROC, INM? Следует устранить эти логические противоречия. Возможно, лучше просто удалить второе и третье предложения этого абзаца.

Автор: второе предложение исправлено, третье удалено.

Рецензент: 4. В выводах говорится (строка 330), что «Модели CMIP6 плохо воспроизводят климатическую динамику трансформации». Наверное, здесь имеется в виду, что максимумы и минимумы трансформации различных вод в данных реанализа и моделей не совпадают друг с другом? А в случае CTMB в модельных данных нет наблюдаемого положительного тренда. Но, по мнению рецензента, в основном эти максимумы и минимумы являются результатом естественной изменчивости, а не откликом на внешние воздействия, и поэтому не могут быть воспроизведены моделями без старта с реальных начальных данных. Для каждой из рассмотренных моделей в базе данных CMIP6 имеется несколько членов ансамбля, которые отличаются лишь начальными данными. Можно было бы рассмотреть несколько членов ансамбля для каждой модели и показать, насколько разные члены ансамбля воспроизводят друг друга. И в какой мере исходя из этого они должны воспроизводить межгодовую изменчивость реанализа. Выполнение этого пункта – на усмотрение авторов, но в любом случае следует в выводах указать, что, вероятно, многие обсуждаемые особенности временного хода являются проявлением естественной изменчивости и не могут быть воспроизведены в климатических расчетах.

Автор: Цитируемая формулировка была изменена в соответствии с замечаниями рецензента, в выводы добавлено обсуждение про особенности временного хода моделей. Авторы благодарят рецензента за предложение рассмотрения нескольких членов ансамбля, однако обработка и расчет данных занял бы много времени в рамках данной статьи. Для каждой из моделей была взята реализация r1i1p1f1. К сожалению, метаданные, о том, какие конкретно начальные данные и форсинг в каждой модели использует каждый член ансамбля, ныне недоступны.

Рецензент: 5. Вызывает вопросы формула (4). Что означает $\delta(\rho-\rho')$? Если это величина, имеющая размерность плотности, т.е. $\text{кг}/\text{м}^3$, а размерность f – $\text{кг}/(\text{м}^2 \text{ с})$, то не получается, что размерность F – $\text{м}^3/\text{с}$. Казалось бы, в формуле (4) должно быть деление на что-то, имеющее размерность плотности, чтобы получить $\text{м}^3/\text{с}$.

Автор: Формула была взята из первоисточника Speer и Tziperman 1992, где Формула представлена в обобщенном виде. Дельта-функция определяет акваторию, на которой рассчитывается трансформация вод плотности ρ до ρ' от В действительности же формула выглядит как у Howe и Czaja 2008.

$$F(\rho) = \lim_{\Delta\rho \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta\rho} \left(\frac{1}{T} \int dt \iint_{\Sigma} f d\Sigma \right)$$

В тексте статьи формула изменена.

Рецензент: 6. Желательно указать, почему происходит занижение трансформации ВМЛ моделями. Из-за занижения площади этих вод, или из-за занижения потока массы? Или из-за совокупности этих двух факторов?

Автор: Такое происходит из-за занижения площади этих вод, вследствие высокой площади покрытия льдом, уточнено в тексте статьи.

Рецензент: 7. В строках 205–206 и 72–73 говорится, что в реанализе поверхностным слоем является слой порядка 5м, а в моделях – первые сантиметры. Но, насколько известно рецензенту, в

большинстве моделей CMIP6 толщина первого модельного уровня также составляет порядка метра или нескольких метров.

Автор: Спасибо за вопрос, авторы обратили внимание на неточности в приведенных сведениях. В моделях CMIP6 совмещенная модель океана и атмосферы, поэтому данные по температуре и солености предоставляются как данные с поверхности океана. Так же и предоставляются данные о температуре воды CFSv2, для солености таких данных нет, соленость CFSv2 взята с первого слоя: 5 метров глубины. Уточнение добавлено в текст.

Благодарю за рецензию и ценные замечания!

С уважением, авторский коллектив. 15.11.2024.

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

Подтверждение Рецензента № 2 на публикацию:

Уважаемый редактор, основные замечания учтены, статья может быть опубликована.

Подпись. Рецензент № 2. 19.11.2024.