

РЕЦЕНЗИЯ № 1

на статью «ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОТОКА ЯВНОГО ТЕПЛА НА ПОВЕРХНОСТИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА И ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ ПО ДАННЫМ РЕАНАЛИЗА ERA5» авторского коллектива: Г. В. Шевченко, Д. М. Ложкин

Рецензируемая работа описывает климатологию потоков явного тепла (ПЯТ) в северо-западной части Тихого океана (СЗТО) по данным ERA5. Показано, что осенью и зимой ПЯТ в основном направлены из океана в атмосферу, а весной и летом – из атмосферы в океан. Исследованы годовая и полугодовая гармоника ПЯТ, линейные тренды ПЯТ, а также 1-ая и 2-ая моды по ЕОФ. Работа сейчас носит в основном описательный характер, больше похожа на часть атласа, и может быть опубликована после исправления следующих замечаний:

1. Требуется существенно расширить Введение, добавив обзор в основном иностранной литературы по климатологии и изменениям ПЯТ. Существует достаточно много работ посвященных ПЯТ в регионах, которые охватывают СЗТО, в том числе и работы, описывающие глобальную климатологию ПЯТ по другим базам данных, например, по OAFflux. Нужно сослаться на такие работы, сравнить их результаты с результатами, полученными авторами рукописи. Сейчас сложно ответить на вопрос, что нового получили авторы рецензируемой рукописи.

2. Авторы исследует период 1998–2022 гг., но реанализ ERA5 охватывает период, начиная с 1940 года. Нужно объяснить, почему в качестве начала периода исследования выбран 1998 год, а не более ранняя дата? Возможно, следует изучить весь доступный период 1940-2023 гг., в этом случае линейные тренды ПЯТ могут стать куда более интересными.

3. *Строка 86:* ”ограничена координатами 35–70° с. ш.; 130–180° в. д.”. Наверное, это опечатка, не 35–70° с. ш., а 35–60° с. ш.? Исследуемый регион охватывает не только океан, но и сушу. Данные ПЯТ в ERA5 представлены совместно и для океана и для суши (в единых файлах). Разделялись ли ПЯТ над океаном от ПЯТ над сушей? Была ли для их разделения использована маска суши, которая предоставляется в ERA5? Если это так, то нужно об этом написать, поскольку сейчас может создаться впечатление, что усреднялись ПЯТ не только над океаном, но и над сушей.

4. Нужно более подробно описать то, как с помощью метода наименьших квадратов были получены амплитуды и фазы годовой и полугодовой гармоник. И дать более подробное описание и анализ полей распределения фаз на Рис. 2.

5. Авторы отметили, что осенью и зимой наблюдаются отрицательные линейные тренды ПЯТ в небольшой области вблизи Сангарского пролива, но не объяснили причины этого. Нужно постараться предложить хотя бы гипотезу этого явления. В раздел Методы и материалы можно добавить формулу, по которой в ERA5 вычисляются ПЯТ. Исходя из этой формулы, при изменении ПЯТ основные роли играют изменения скорости ветра у поверхности и изменения разницы температур между приповерхностным слоем воздуха и поверхностью океана. Поэтому можно исследовать изменения этих параметров, чтобы понять чей вклад более существенный в данном случае. В ERA5 все эти данные доступны.

6. Нужно пояснить на основании чего появилось заключение, о межгодовых вариациях ПЯТ с периодами около 3 и 11 лет? Длина рассматриваемого временного ряда составляет 25 лет. Разве есть надежные основания заявлять о вариациях с периодом 11 лет по ряду такой длины? Для обоснования периодичности в 3 года нужно хотя бы применить к этому ряду быстрое преобразование Фурье (БПФ). А лучше сделать это к ряду за 1940–2023 гг., поскольку в ERA5 такие данные ПЯТ доступны. А поскольку ряд не является

стационарным, то для анализа его периодичностей лучше использовать вейвлет-преобразование, а не БПФ.

7. *Строка 260:* "В целом, пространственное распределение и временная функция этой моды" нужно уточнить какой моды 1-ой или 2-ой?

8. То, что годовой ход является главной модой изменчивости в исследуемых широтах, не является каким-то новым открытием. Гораздо интереснее было бы исследовать те моды, которые становятся главными после удаления годового хода. Для этого можно вычислить средний годовой ход ПЯТ в каждом узле сетки, удалить его, и применить метод ЕОФ уже к полученным аномалиям. После этого главными могут стать следующие моды: 1) ответственная за длительные изменения – отрицательный линейный тренд ПЯТ, связанный с глобальным потеплением, при котором атмосфера нагревается быстрее, чем океан, 2) относящаяся к межгодовым колебаниям, связанным с Эль-Ниньо – Южным колебанием, для которого характерны периоды 2–7 лет, 3) если ряд будет за 1940–2023 гг., то мода, относящаяся к десятилетним колебаниям, связанным с Pacific Decadal Oscillation (PDO).

9. *Строки 301–305:* "Амплитуды годовой и полугодовой гармоник максимальны в западной части изучаемого региона и убывают в восточном направлении. Скорее всего, это обусловлено меньшей величиной теплозапаса верхнего прогретого слоя, ввиду слабого притока теплых вод в восточную часть СЗТО, следствием чего является уменьшение отдачи тепла океаном в приводный слой атмосферы в холодный период". Скорее это связано с выходом с континента на океан холодных воздушных масс в период зимнего муссона на западе исследуемого региона. Поэтому амплитуда годового хода и убывает с удалением от суши и ослабеванием влияния муссона. Проверить это можно исследовав скорость ветра у поверхности и разницу температур между приповерхностным слоем воздуха и поверхностью океана.

10. В целом можно посоветовать авторам добавить больше анализа, обсуждения и объяснения полученных результатов.

Подпись. Рецензент № 1. 07.06.2024.

От редакции: рецензия была направлена авторскому коллективу.

Ответ рецензенту № 1 на Рецензию от 07.06.2024 на статью авторского коллектива: Г. В. Шевченко, Д. М. Ложкин «ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОТОКА ЯВНОГО ТЕПЛА НА ПОВЕРХНОСТИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА И ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ ПО ДАННЫМ РЕАНАЛИЗА ERA5».

Рецензент: 1. *Требуется существенно расширить Введение, добавив обзор в основном иностранной литературы по климатологии и изменениям ПЯТ. Существует достаточно много работ посвященных ПЯТ в регионах, которые охватывают СЗТО, в том числе и работы, описывающие глобальную климатологию ПЯТ по другим базам данных, например, по OAFflux. Нужно сослаться на такие работы, и сравнить их результаты с результатами полученными авторами рукописи. Сейчас сложно ответить на вопрос, что нового получили авторы рецензируемой рукописи?*

Ответ: Несколько работ зарубежных коллег действительно нашлось, ода из них, китайских коллег (Liu N., Wu D., Lin X., Meng Q. Seasonal variations of air-sea heat fluxes and sea surface temperature in the northwestern Pacific marginal seas // Acta Oceanologica Sinica. 2014. Vol. 33, N 3. P. 101–110. doi: 10.1007/s13131-014-0433-6) оказалась весьма важной.

Рецензент: 2. Авторы исследует период 1998-2022 гг., но реанализ ERA5 охватывает период, начиная с 1940 года. Нужно объяснить, почему в качестве начала периода исследования выбран 1998 год, а не более ранняя дата? Возможно, следует изучить весь доступный период 1940-2023 гг., в этом случае линейные тренды ПЯТ могут стать куда более интересными.

Ответ: Работы по изучению пространственно-временной элементов теплового, радиационного баланса и т. д. ведутся нами в рамках темы «Влияние климатических изменений на основные объекты российского рыболовства», эти работы были изначально привязаны к спутниковым наблюдениям СахНИРО (у нас есть приемная станция TeraScan), которые систематически начались в 1998 г. Мы и скачивали разные параметры с сайтов реанализов ERA5 и других, начиная с этого года. Сейчас доступ к этим сайтам для нас закрыт, разными способами пополняем массив, но скачать большой объем для нас сейчас нереально. Пояснить сказанное в статье сложно, попробуем как-то извернуться.

Рецензент: 3. Строка 86: "ограничена координатами 35–70° с. ш.; 130–180° в. д.". Наверное, это опечатка, не 35–70° с. ш., а 35–60° с. ш.? Исследуемый регион охватывает не только океан, но и сушу. Данные ПЯТ в ERA5 представлены совместно и для океана и для суши (в единых файлах). Разделялись ли ПЯТ над океаном от ПЯТ над сушей? Была ли для их разделения использована маска суши, которая предоставляется в ERA5? Если это так, то нужно об этом написать, поскольку сейчас может создаться впечатление, что усреднялись ПЯТ не только над океаном, но и над сушей.

Ответ: Опечатка исправлена, фраза об использовании маски суши добавлена.

Рецензент: 4. Нужно более подробно описать то, как с помощью метода наименьших квадратов были получены амплитуды и фазы годовой и полугодовой гармоник. И дать более подробное описание и анализ полей распределения фаз на Рис. 2.

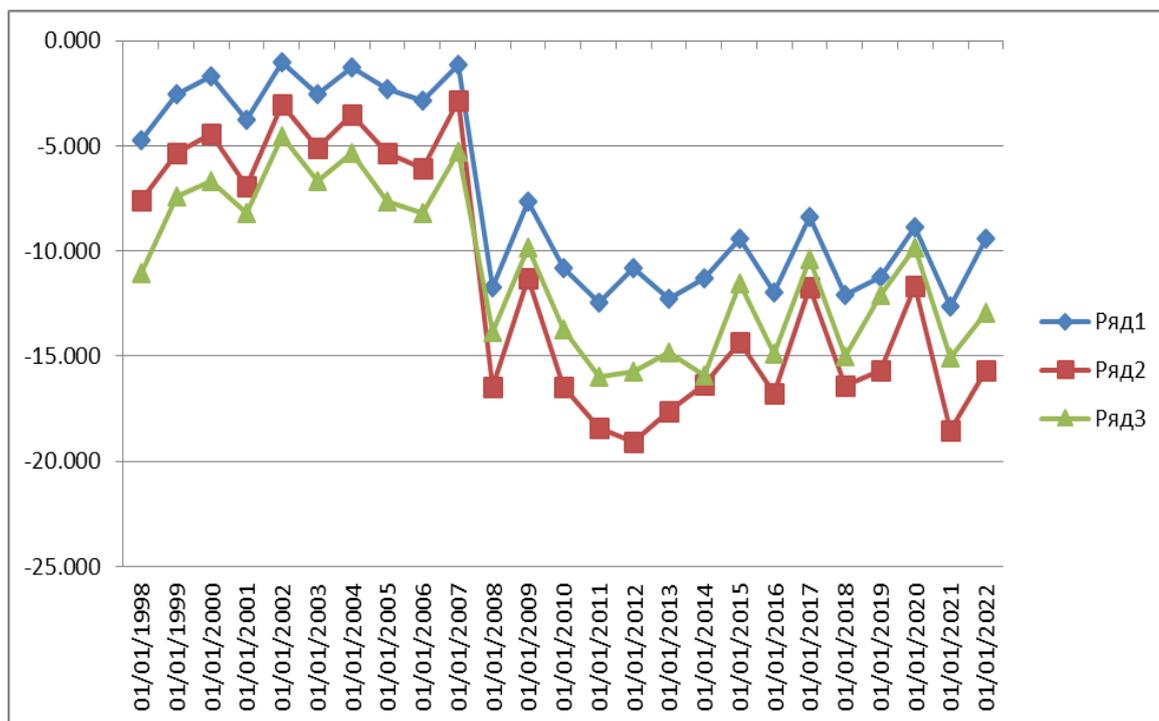
Ответ: Расчет амплитуд и фаз (гармонический метод) достаточно стандартный, не думаю, что его стоит добавлять в текст. Стандартный подход

$$F(t_i) = A_0 + \sum A_k (\cos(k\omega t_i - \phi_k))$$

Где ω - годовая частота, k – номер обертона, амплитуды и фазы A_k , ϕ_k определяются МНК, упоминать это в статье кажется излишним. Описание фаз, особенно более важной годовой, расширено.

Рецензент: 5. Авторы отметили, что осенью и зимой наблюдаются отрицательные линейные тренды ПЯТ в небольшой области вблизи Сангарского пролива, но не объяснили причины этого. Нужно постараться предложить хотя бы гипотезу этого явления. В раздел Методы и материалы можно добавить формулу, по которой в ERA5 вычисляются ПЯТ. Исходя из этой формулы при изменении ПЯТ основные роли играют изменения скорости ветра у поверхности и изменения разницы температур между приповерхностным слоем воздуха и поверхностью океана. Поэтому можно исследовать изменения этих параметров, чтобы понять, чей вклад более существенный в данном случае. В ERA5 все эти данные доступны.

Ответ: Гипотеза в отношении отрицательного тренда SHF в районе Сангарского – ошибка в данных. Привожу в качестве примера характер изменения параметра в январе в трех точках – две с западной и одна с восточной стороны южного выступа Хоккайдо. Мы уже обнаруживали аналогичную ерунду в данных ТПО и еще какого-то параметра, сейчас не вспомню точно, может LHF. Мы писали ответственным лицам, но ответа не получили. Написать с уверенностью что это сбой вроде не оснований, но подозрения очень даже имеют место.



В расчет SHF скорость ветра и разность температур входят как множители, при этом скорость ветра (по моей памяти), на ГМС Курильской гряды среднемесячные значения для холодного периода года примерно 7–8 м/с, в то время как разность температур для зоны влияния теплого течения будет побольше. Китайские коллеги (упомянутая выше статья) также убеждены, что все управляется адвекцией теплой воды. Однако роль ветра, очевидно, не мала, пара фраз об этом в текст добавлены. Очевидно, что здесь речь идет, прежде всего, об Охотском море, где скорости ветра наиболее велики, а разность температур, наоборот, уменьшается, хотя, наверное, всяко больше ветра, но здесь все сравнимо, тогда как в зоне влияния теплых течений вклад разности температур значительно больше. Чтобы не громоздить автоссылки, мы не стали ссылаться на нашу работу по полю приземного давления (Ложкин Д. М., Шевченко Г. В. Сезонная изменчивость приземного атмосферного давления на Дальнем Востоке России // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2021. – Т. 18. – № 4. – С. 249-260. – DOI 10.21046/2070-7401-2021-18-4-249-260.) и старую работу по анализу скорости ветра (Савельев В. Ю., Шевченко Г. В. Оценка потенциала энергии ветра для Курильских островов // Проблемы поисков энергетических носителей на рубеже 2-3 тысячелетий. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2000. С. 75-88.)

Рецензент: 6. Нужно пояснить на основании чего появилось заключение, о межгодовых вариациях ПЯТ с периодами около 3 и 11 лет? Длина рассматриваемого временного ряда составляет 25 лет. Разве есть надежные основания заявлять о вариациях с периодом 11 лет по ряду такой длины? Для обоснования периодичности в 3 года нужно хотя бы применить к этому ряду быстрое преобразование Фурье (БПФ). А лучше сделать это к ряду за 1940–2023 гг., поскольку в ERA5 такие данные ПЯТ доступны. А поскольку ряд не является стационарным, то для анализа его периодичностей лучше использовать вейвлет-преобразование, а не БПФ.

Ответ: Оценки периодов проводились по методике спектрально-временного анализа (СВАН), разработанной сейсмологами для анализа быстро меняющихся сигналов при землетрясении, это, вероятно, первый пример wave-lrt анализа, с пробными гармоническими функциями. Довольно часто приходилось применять методику для анализа записей цунами, тоже быстро меняющихся во времени. Ряд короткий, картинка не красивая, в статью не вставишь, но оценки вполне адекватные. Ссылка на метод в статью добавлена.

Рецензент: 7. Строка 260: "В целом, пространственное распределение и временная функция этой моды" нужно уточнить какой моды 1-ой или 2-ой?

Ответ: Сделано.

Рецензент: 8. То, что годовой ход является главной модой изменчивости в исследуемых широтах, не является каким-то новым открытием. Гораздо интереснее было бы исследовать те моды, которые становятся главными после удаления годового хода. Для этого можно вычислить средний годовой ход ПЯТ в каждом узле сетки, удалить его, и применить метод ЕОФ уже к полученным аномалиям. После этого главными могут стать следующие моды: 1) ответственная за длительные изменения – отрицательный линейный тренд ПЯТ, связанный с глобальным потеплением, при котором атмосфера нагревается быстрее, чем океан, 2) относящаяся к межгодовым колебаниям, связанным с Эль-Ниньо – Южным колебанием, для которого характерны периоды 2–7 лет, 3) если ряд будет за 1940–2023 гг., то мода, относящаяся к междесятилетним колебаниям, связанным с PacificDecadalOscillation(PDO).

Ответ: Это не совсем так, ряд после удаления усредненного годового хода приобретает иной смысл, он характеризует формирование значительных аномалий. Это тоже важно, небольшой раздел добавлен, комментарий ко второй моде ЕОФ в начальном варианте (она имеет существенный смысл) расширен. Закономерностей в формировании аномалий, связи с PDO или еще что на глаз не видно.

Рецензент: 9. Строки 301–305: "Амплитуды годовой и полугодовой гармоник максимальны в западной части изучаемого региона и убывают в восточном направлении. Скорее всего, это обусловлено меньшей величиной теплозапаса верхнего прогретого слоя, ввиду слабого притока теплых вод в восточную часть СЗТО, следствием чего является уменьшение отдачи тепла океаном в приводный слой атмосферы в холодный период.". Скорее это связано с выходом с континента на океан холодных воздушных масс в период зимнего муссона на западе исследуемого региона. Поэтому амплитуда годового хода и убывает с удалением от суши и ослабеванием влияния муссона. Проверить это можно исследовав скорость ветра у поверхности и разницу температур между приповерхностным слоем воздуха и поверхностью океана.

Ответ: В плане выполняемой нами темы, исследование циркуляции атмосферного воздуха запланировано на следующий год, это объемная работа, связанная с обработкой очень больших массивов данных, в любом случае требует очень большой работы и потянет на отдельную статью. Роль ветра несомненно важна, в текст сделано добавление (об этом уже упоминалось выше).

Рецензент: 10. В целом, можно посоветовать авторам добавить больше анализа, обсуждения и объяснения полученных результатов.

Ответ: Мы постарались, насколько смогли, улучшить нашу статью, реализовав часть замечаний рецензента (к сожалению, выполнить все не было возможности). Благодарим рецензента за конструктивную, очень квалифицированную критику нашей работы, способствовавшую улучшению ее качества.

С уважением, авторский коллектив. 31.07.2024.

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

Подтверждение Рецензента № 2 на публикацию:

Авторы в основном исправили замечания предыдущей рецензии. И дали удовлетворительное обоснование невозможности исправления части замечаний, сделанных в предыдущей рецензии.

В новой версии есть опечатки:

1. *Строки 61–62:* «...но наибольший интерес с точки зрения представляет исследование...». Не указано с какой точки зрения.
2. *Строка 72:* «...явного тепла в в дальневосточных морях ...». Повтор «в».

Работа может быть опубликована после исправления указанных опечаток. Повторного рецензирования не требуется.

Подпись. Рецензент № 1. 05.08.2024.

От редакции: замечания направлены авторскому коллективу.

От редакции: доработанная статья поступила в редакцию. 06.08.2024.