

МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ФРОНТОВ ЮЖНОГО ОКЕАНА

*Ю.В. Артамонов, Е.А. Скрипалева,
М.В. Бабий, Л.К. Галковская*

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: artam-ant@yandex.ru

На основе среднемесячных значений температуры поверхности океана (ТПО) в узлах одноградусной сетки из массива NCEP за период с ноября 1981 г. по декабрь 2008 г. исследовалась межгодовая изменчивость крупномасштабных фронтов в поле ТПО Южного океана. Выполнены оценки линейных трендов величин меридиональных градиентов температуры и межгодовых смещений широтного положения изотерм в Южном океане.

Введение. В настоящее время в литературе широко обсуждаются особенности проявления межгодовых вариаций в различных гидрометеорологических полях [1, 2]. В работах [3, 4] показано, что в районах фронтальных разделов значения межгодовой дисперсии поля температуры поверхности океана (ТПО) резко увеличиваются, особенно в экваториальных и полярных широтах, где сезонный и межгодовой сигналы становятся сравнимыми.

Установлено, что в тропических зонах Тихого и Атлантического океанов существует значимая связь между межгодовыми колебаниями площадей и интенсивности аномалий ТПО и характеристиками гидрологических фронтов [5, 6]. Связь между аномалиями ТПО и фронтами обнаружена в области распространения Антарктической циркумполярной волны [7].

В работах [5, 6, 8] выполнены оценки связи межгодовой изменчивости характеристик фронтов и индексов атмосферной циркуляции. Показано, что в периоды Эль-Ниньо отмечается аномальное изменение интенсивности фронтов, их широтного положения, температуры на оси фронта.

Несмотря на актуальность подобных исследований, изменчивость фронтов Южного океана в целом пока изучена очень слабо. Это связано с тем, что представления об их структуре базировались в основном на данных контактных измерений [9–13], недос-

таток которых существенно затрудняет исследование сезонной, и, тем более, межгодовой изменчивости.

Появление композитных баз данных, сформированных на основе контактных и спутниковых измерений, позволяет существенно восполнить эти пробелы.

В данной работе на основе современного массива NCEP Data уточняется межгодовая изменчивость крупномасштабных фронтов в поле температуры поверхности Южного океана.

Материалы и методика. Для исследования межгодовой изменчивости характеристик фронтов Южного океана использовался временной ряд среднемесячных данных ТПО из массива NCEP в узлах одноградусной сетки за период с ноября 1981 г. по декабрь 2008 г. [14]. По этим данным рассчитывались поля меридиональных градиентов температуры (МГТ). Идентификация фронтов проводилась по методике, изложенной в [3, 4]. Затем определялись линейные тренды величин МГТ ($^{\circ}\text{C}/108 \text{ км} / 27 \text{ лет}$) и межгодовых смещений широтного положения каждой изотермы ($\text{градус широты} / 27 \text{ лет}$). В основе такого подхода лежит предположение о том, что в пределах определенной фронтальной зоны сохраняются качественно сходные региональные тенденции в межгодовой изменчивости поля ТПО. Для фильтрации сезонного сигнала и внутривековой изменчивости исходные ряды ТПО были сглажены скользящим средним по 10-ти годам.

Оценки значимости рассчитанных трендов показали, что их величины более чем в 3 раза превышают величину стандартного отклонения исходных рядов. Это свидетельствует о том, что статистическая значимость трендов составляет более 95% [15].

Отрицательные (положительные) знаки трендов показывают, что изотермы смещаются на юг (север), а значения отрицательных МГТ увеличиваются (уменьшаются) по абсолютной величине. Далее в тексте размерность трендов опускается.

Анализ результатов. На рисунке 1 представлено пространственное распределение трендов межгодовых смещений широтного положения изотерм и величин МГТ, а также температурные диапазоны фронтов, подверженных максимальной сезонной изменчивости – Южного субтропического (ЮСБТФ), Субантарктического

(САФ) и Антарктического полярного (АПФ), выявленные при анализе их климатического сезонного цикла [3, 4].

В зоне Южного субтропического фронта (диапазон изотерм 13–21°C) наблюдаются преимущественно отрицательные тренды смещений изотерм (рис. 1, а). Наиболее заметное смещение ЮСБТФ на юг (величина тренда –1.5) происходит в западной части Тихоокеанского сектора Южного океана. Слабые положительные тренды (до 0.4), т.е. смещения фронта на север, отмечаются между 90° и 60° з.д. и между 20° з.д. и Гринвичем.

Отрицательные тренды (–0.2 – –0.4) широтных смещений изотерм, соответствующих диапазонам Субантарктического (5–14°C) и Антарктического полярного (1–8°C) фронтов, наблюдаются в западной части Атлантического океана до 25–30° з.д., в Тихом океане между 165° и 150° з.д. и на акватории Индийского океана приблизительно до 130–140° в.д. Положительные тренды (до 0.4) для САФ и АПФ отмечаются на большей части Тихого океана и в восточных частях Атлантического и Индийского океанов.

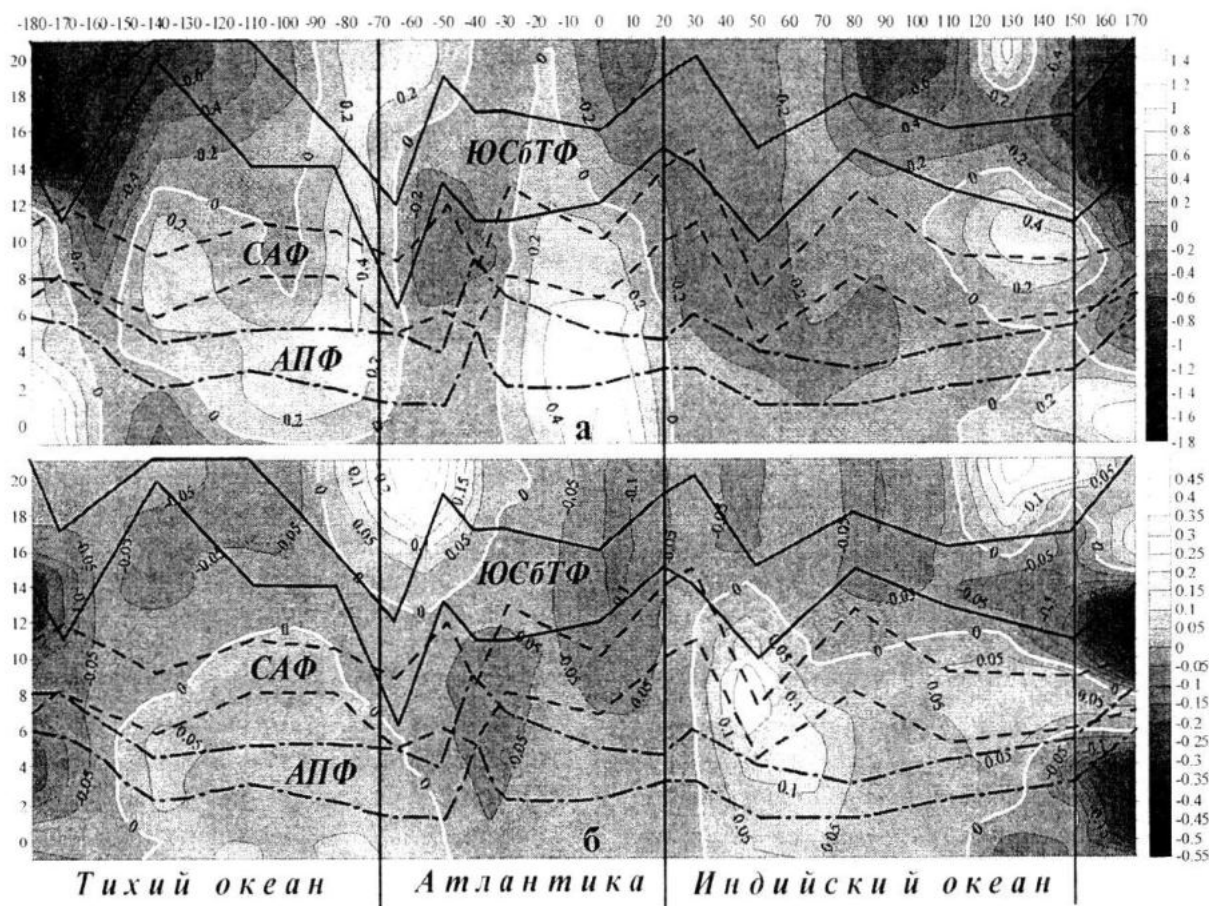


Рисунок 1 – Изменение трендов межгодовых смещений широтного положения изотерм (а) и величин МГТ (б) в зависимости от изотермы и долготы, а также температурные диапазоны фронтов: сплошные линии – ЮСБТФ, штриховые линии – САФ, штрих-пунктир – АПФ

Тренды величин МГТ в зоне ЮСБТФ отрицательны почти на всей акватории Южного океана (рис. 1, б) и достигают максимальных значений на западе Тихого океана (–0.25) и в восточной части Атлантики (–0.15). Такой характер трендов соответствует усилению ЮСБТФ. Ослабление ЮСБТФ, соответствующее положительным

трендам МГТ (до 0.15) наблюдается в западных частях Атлантического (между 60° и 40° з.д.) и Тихого (150–170° в.д.) океанов.

Отрицательные тренды величин МГТ для САФ и АПФ отмечаются на западе Тихого океана (до –0.2) и в Атлантике к востоку от 60° з.д. до 30° в.д. (–0.1). Здесь происходит усиление фронтов. Тренды МГТ

положительны в Индийском (до 0.2) и в Тихом океане восточнее 150° з.д. (до 0.1), что соответствует ослаблению САФ и АПФ.

Заключение. Проведенный анализ показал, что в каждом отдельном секторе Южного океана наблюдаются региональные особенности межгодовой изменчивости характеристик фронтов.

Наиболее заметные сдвиги положения фронтов отмечаются в западной части Тихого океана, где за последние 30 лет Южный субтропический фронт сместился почти на 1.5° по широте к югу. На большей части Тихого океана и в восточных частях Атлантического и Индийского океанов наблюдается смещение Субантарктического и Антарктического полярного фронтов на север почти на 0.5° по широте.

На западе Тихого океана и на востоке Атлантики выявлена тенденция к росту интенсивности Южного субтропического фронта. Усиление Субантарктического и Антарктического полярного фронтов прослеживается на западе Тихого океана и в Атлантике. Абсолютные величины МГТ в зонах фронтов увеличились на 0.15–0.25°C/108 км. Ослабление Субантарктического и Антарктического полярного фронтов отмечается в Индийском океане и в Тихом океане восточнее 150° з.д., при этом значения МГТ по абсолютной величине уменьшились на 0.2°C/108 км.

Л и т е р а т у р а

1. J. Turner. Review the El Niño – Southern Oscillation and Antarctica // *Int. J. Climatology*, 2004. – № 24. – С. 1–31.
2. А.Б. Полонский. Роль океана в изменчивости климата. – Киев: Наукова думка, 2008. – 183 с.
3. Ю.В. Артамонов, Е.А. Скрипалева. Структура и сезонная изменчивость крупномасштабных фронтов Атлантического океана по спутниковым данным // *ИЗК*, 2005. – № 4. – С. 62–75.
4. Ю.В. Артамонов, Е.А. Скрипалева. Сезонная изменчивость крупномасштабных фронтов восточной части Тихого океана по спутниковым данным // *ИЗК*, 2008. – № 4. – С. 45–61.
5. Ю.В. Артамонов, Е.А. Скрипалева. Изменчивость гидрологических фронтов Перуанско-Чилийского сектора по спутниковым данным // *УАЖ*. – 2006. – № 4–5. – С. 109–116.
6. Е.А. Скрипалева. Межгодовая изменчивость термической структуры вод Тропической Атлантики // *Системы контроля окружающей среды / Сб. научных трудов МГИ НАН Украины*. – Севастополь, 2007. – С. 232–234.
7. A.G. Ostrovskii, T. Setov. Antarctic Circumpolar Wave and Fronts in the Southern Ocean / *Oceanic Fronts and Related Phenomena // Konstantin Fedorov Memorial Symposium, Pushkin*, 1998. – P. 375–380.
8. Ю.В. Артамонов, П.Д. Ломакин, Е.А. Скрипалева. Сезонная и межгодовая изменчивость характеристик Фронта моря Скотия по спутниковым измерениям температуры поверхности океана // *МГЖ*. – 2008. – № 1. – С. 57–67.
9. R.G. Peterson, L. Stramma. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean // *Prog. Oceanogr.*, 1991. – Vol. 26. – P. 1–73.
10. Ю.В. Артамонов, Н.П. Булгаков, П.Д. Ломакин. Фронты Атлантического сектора Южного океана (обзор литературы) // *Препринт*. – МГИ НАН Украины, Севастополь. – 1999. – 68 с.
11. I.M. Belkin, A.L. Gordon. Southern Ocean fronts from the Greenwich Meridian to Tasmania // *J. Geophys. Res.*, 1996. – Vol. 101. – № C2. – P. 3675–3696.
12. А.В. Романов. Основные фронты Индийского сектора Южного океана и их влияние на распределение гидробионтов / *Диссертация на соискание ученой степени кандидата географ. наук*. – Севастополь, 1999. – 408 с.
13. В.М. Грузинов. Гидрология фронтальных зон Мирового океана. Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 272 с.
14. <http://nomad1.ncer.noaa.gov>.
15. Д. Химмельблау. Анализ процессов статистическими методами. – М.: Мир, 1973. – 960 с.