

СЕЗОННАЯ И МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНА ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

Ю.В. Артамонов, Е.А. Скрипалева,

Морской гидрофизический институт
НАН Украины

г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
e-mail: ocean@mhi2.sebastopol.ua

В данной работе проводится анализ пространственных распределений средних квадратических отклонений, рассчитанных для сезонного и межгодового масштабов изменчивости температуры поверхности океана по данным спутниковых измерений. Исследуется относительный вклад изменчивости этих масштабов на различных участках Атлантического океана.

Введение. Проблема изменчивости гидрофизических полей на различных пространственно-временных масштабах и вклад этой изменчивости в общую дисперсию океанических процессов неоднократно обсуждалась в литературе [1-4]. Показано, что в общем случае в среднемесячных климатических полях, например, температуры и солености, мезомасштабная, синоптическая и межгодовая изменчивость сглаживаются. Достоверность оценки амплитуды сезонного сигнала достигает 70 – 90%. Однако, неравномерное распределение данных наблюдений по акватории океана и во времени, делают эти оценки пригодными только для районов с хорошей обеспеченностью наблюдениями. В этой связи, результаты реанализа данных спутниковых наблюдений за температурой поверхности океана (ТПО), которые покрывают относительно равномерно поверхность океана и регулярны по времени, представляются для таких оценок более пригодными.

В данной работе проводится анализ пространственных распределений средних квадратических отклонений (СКО), рассчитанных для сезонного и межгодового масштабов изменчивости температуры поверхности океана по данным спутниковых измерений. Исследуется относительный вклад изменчивости этих масштабов на различных участках Атлантического океана.

Материалы и методика. В работе используется ряд спутниковых измерений температуры поверхности океана (1985-2001 гг.),

приведенных в результате реанализа в узлы 54×54-километровой сетки. Среднемесячные значения ТПО для Атлантического океана взяты из архива AVHRR Ocean Pathfinder Data JPL NOAA/NASA. Известно, что течения и фронты в открытой части океана имеют квазиширотную направленность, поэтому вдоль широты был взят более грубый шаг сетки – 216 км. В каждом узле сетки (54×216 км) были рассчитаны средние квадратические отклонения для сезонной и межгодовой изменчивости. За интенсивность сезонного цикла ТПО пронималось СКО_{сез}, которое рассчитывалось, как среднее значение СКО для 17-ти сезонных циклов. Межгодовая изменчивость (СКО_{меж}) рассматривалась, как среднее СКО, рассчитанное для 12-ти месяцев. В этом случае, СКО для каждого месяца рассчитывалось по 17-ти значениям среднемесячной температуры одного месяца по всем годам.

Основные результаты. *Сезонная изменчивость.* Максимальная сезонная изменчивость ТПО наблюдается в субтропических зонах Северного и Южного полушарий (2.5 – 3°C), в областях апвеллинга у берегов Северо-Западной и Юго-Западной Африки (2 – 3°C), в зоне схождения Фолклендского и Бразильского течений (3 – 6°C), в окрестностях Южного субтропического (ЮСТФ) и Антарктического полярного фронтов (1.5 – 2.5°C) (рис. 1, а). Минимальная сезонная изменчивость отмечается несколько севернее экватора (0.5 – 0.6°C). Эта область имеет наклон 15 – 20° к кругу широты и примерно совпадает с положением термического экватора. Минимум сезонной изменчивости наблюдается также в тропиках западного пограничного слоя (1.0°C), в антарктической области и в море Уэдделла (0.5 – 1.0°C). Пространственная протяженность и конфигурация перечисленных областей с экстремальной сезонной изменчивостью обладают рядом особенностей, которые можно объяснить с позиции известных элементов фронтальной структуры и циркуляции вод.

В районе 10° ю.ш. наблюдается минимум СКО_{сез}, (1 – 2°C), который трансформируется в восточном направлении. Известно, что здесь проходит Южное экваториальное противотечение или Южная ветвь Южного Субэкваториального фронта. Тем самым, область максимальных значений СКО_{сез}, вытянутая от берегов Африки на запад,

примерно восточнее 30° з.д. разбивается этим минимумом на два участка. Первый – между экватором и 10° ю.ш., где действует Центральная ветвь ЮПТ или Южный тропический фронт и второй – в окрестностях 15° ю.ш., где располагается Южная ветвь ЮПТ и Южная ветвь Южного тропического фронта. Интенсивная сезонная изменчивость в центральной части Южной Атлантики между 25° и 35° ю.ш. объясняется значительными меридиональными смещениями южной границы теплых тропических вод, располагающихся в центральной части

Южного субтропического антициклонического круговорота (ЮСАК). Южная граница ЮСАК, вдоль которой проходит Южный субтропический фронт, восточнее 30° з.д. характеризуется резким уменьшением СКО_{ces}. Западнее 30° з.д., где Южный субтропический фронт формирует антициклонический меандр, который испытывает существенную сезонную изменчивость, наблюдается локальный максимум СКО_{ces} (2°C). Наибольшая сезонная изменчивость (до 6°C) наблюдается вдоль берегов Южной Америки примерно от 25° ю.ш. до 45° ю.ш.

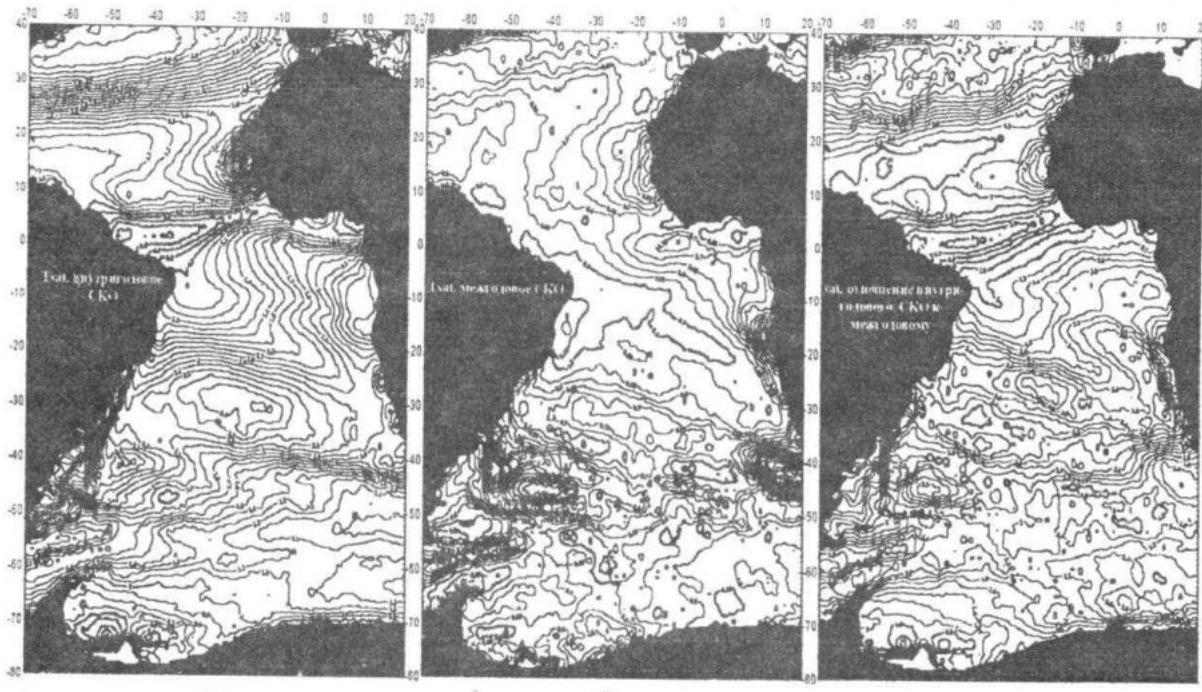


Рис. 1 - Пространственное распределение СКО_{ces}, (а), СКО_{меж} (б) и СКО_{ces}/СКО_{меж} (в).

Мористая граница этой области проходит вдоль фронта Бразильского течения, которое по мере продвижения на юг отходит от берега. Южная граница ограничивается квазистационарным циклоническим меандром Субантарктического фронта (САФ). Характерно, что далее на восток примерно до 10° з.д. в окрестностях Субантарктического фронта отмечается относительно резкое уменьшение сезонных вариаций к югу. Антарктический полярный фронт западнее 50° з.д., наоборот, является границей между минимальными сезонными вариациями к северу от фронта и максимальными к югу от него. Южнее Границы континентальных вод и Фронта моря Скотия снова наблюдаются минимальные значения СКО_{ces}.

Таким образом, в общем случае, крупномасштабные фронтальные зоны, как правило, являются границами между областями с минимальной и максимальной сезонной изменчивостью.

Межгодовая изменчивость. Области экстремальных величин межгодовой изменчивости не всегда совпадают с соответствующими экстремумами сезонной изменчивости. Экваториальный минимум сезонной изменчивости в поле межгодовых значений СКО_{меж} выражен слабо (рис. 1, б). Наблюдаются максимум СКО_{меж} у экватора ($5 - 15^{\circ}$ з.д.), в зоне Течения Ломоносова, где оно максимально поднимается к поверхности. У побережья Юго-Западной Африки максимум СКО_{меж} располагается на южной границе области максимальной сезонной из-

менчивости (20° ю.ш.). Другая отличительная особенность межгодовых вариаций – область очень высоких значений СКО_{меж} (1.5°C) южнее зоны рециркуляции течения Агульяс, где проходят Южный субтропический и Субантарктический фронты. В поле сезонных значений СКО_{сез} этот максимум не обнаруживается.

В западной части океана в зоне Южного субтропического фронта также отмечается увеличение значений СКО_{меж}. Главным отличием является то, что максимум СКО_{меж} располагается в зоне схождения Бразильского и Фолклендского течений. Ближе к берегу, в отличие от сезонной изменчивости, высоких значений СКО_{меж} не наблюдается.

Необходимо отметить, что высокие значения СКО_{меж} наблюдаются также в окрестностях Субантарктического и Антарктического полярного фронтов. Отмечаются хорошо выраженные минимумы значения СКО_{меж} в районе Фолклендских островов, между ЮОСТФ и САФ и в зоне Границы континентальных вод. Минимум СКО_{меж} наблюдается также вдоль зоны максимальных градиентов СКО_{сез} между $30 - 40^{\circ}$ ю.ш.

Таким образом, высокий уровень межгодовой изменчивости наблюдается в зонах климатических фронтов, связанных с интенсивными струйными течениями. В этих районах отмечается меандрирование течений и интенсивное образование вихрей, продолжительность жизни которых может достигать нескольких месяцев, а количество их может существенно меняться от года к году.

Отношение сезонной и межгодовой изменчивости. На всей акватории Южной Атлантики, кроме южной части моря Уэдделла, сезонный ход в 2 – 3 больше, чем межгодовые вариации (рис. 1, в). При этом области максимальной внутригодовой изменчивости ТПО существенно смешены от областей максимальных межгодовых вариаций. Отмечается высокий уровень межгодовых вариаций ТПО в зоне рециркуляции течения Агульяс. В тропической зоне

несколько севернее экватора, между $30 - 40^{\circ}$ з.д. и на крайнем юге Атлантики, в море Уэдделла, при общем понижении уровня изменчивости, межгодовые вариации близки к сезонным изменениям.

Выводы. Анализ внутригодовой изменчивости ТПО показал, что крупномасштабные фронты, как правило, являются границами между зонами экстремальной сезонной изменчивости. Высокий уровень межгодовой изменчивости наблюдается в зонах климатических фронтов, связанных с интенсивными струйными течениями. Практически на всей акватории Южной Атлантики, кроме южной части моря Уэдделла, сезонный ход в 2 – 3 больше, чем межгодовые вариации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суховей В.Ф. Изменчивость гидрологических условий Атлантического океана. – Киев: Наук. Думка, 1977. - 215 с.
2. Булгаков Н.П., Полонский А.Б. Основные гидрофизические поля Тропической зоны Атлантического океана и их изменчивость. - Препринт МГИ АН УССР, Севастополь, 1985. - 44 с.
3. Артамонов Ю.В., Полонский А.Б. Сезонная изменчивость гидрофизических характеристик Тропической Атлантики (ч. I). Материалы, методы обработки, уровень шумов, метеоусловия. - Сб. "Исследования Тропической Атлантики", Севастополь, 1989. - С. 7-33.
4. Артамонов Ю.В., Скрипалева Е.А. Сезонная изменчивость полей температуры и солености в Юго-Западной части Атлантического океана // Сб. "Системы контроля окружающей среды", Севастополь, 2003. - С. 102-107.
5. Peterson R.G., L Stramma. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean // Progr. Oceanogr., N 26, 1991. - P. 1-73.