

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ ИНДЕКСОВ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ С АНОМАЛИЯМИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ МИРОВОГО ОКЕАНА ЗА 1870 – 2002 гг.

Ю.В. Артамонов, М.В. Бабий,
А.Е. Букатов

Морской гидрофизический институт
НАН Украины,
г. Севастополь, ул. Капитанская 2
E-mail: ocean@alpha.mhi.iuf.net

На основе архивных данных температуры поверхности Мирового океана (ТПО) и индексов атмосферной циркуляции построены карты пространственного распределения коэффициентов корреляции R между аномалиями ТПО и индексами Южное колебание (ЮК) и Северо-Атлантическое (САК) колебание. Выделены области с положительными и отрицательными значениями R . Распределение R проанализировано в связи с особенностями крупномасштабной структуры вод.

Введение. В настоящее время наряду с исследованиями долгопериодных климатических изменений в системе океан-атмосфера большое внимание уделяется также изменчивости на межгодовом и декадном масштабах. Эти исследования представляют интерес в связи со значительным влиянием событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья на различные сферы хозяйственной деятельности. Корреляционные связи индексов атмосферной циркуляции с разнообразными параметрами атмосферы и гидросфера на этих временных масштабах рассматривались многими исследователями, обзор работ которых дан в [1, 2]. Однако эти исследования носят либо узкий региональный характер, либо, наоборот, рассматривают характеристики, осредненные по большим регионам [3, 4]. С появлением массивов данных, охватывающих более чем сто лет, стало возможным не только исследовать корреляционные связи аномалий ТПО с индексами атмосферной циркуляции, но также проследить их межгодовую изменчивость. Хорошее пространственное разрешение этих данных позволяет провести детальное районирование всего Мирового океана в зависимости от характера корреляционных связей. Дополняя этот подход классическим районированием по разным гидрологическим характеристикам, можно

интерпретировать особенности корреляционных связей в районах апвеллинга, в зонах интенсивных океанических течений и крупномасштабных фронтов. В данной работе проведено районирование Мирового океана по характеру корреляционных зависимостей между аномалиями ТПО и индексами атмосферной циркуляции ЮК и САК. Распределение по пространству коэффициента корреляции R рассматривается в связи с особенностями крупномасштабной структуры вод.

Материалы и методика. В работе использован массив среднемесячных значений ТПО в одноградусной сетке, охватывающий период 1870 – 2002 гг. [2]. В каждом узле сетки временной ряд ТПО состоит из 1596 значений. В случае пропусков в данных из-за облачности или ледовой обстановки ряды (не более 96 пропусков) восстанавливались сплайновой интерполяцией, при этом допускалось не более двух пропусков подряд. В каждом узле сетки рассчитывались аномалии ТПО как отклонения среднемесячной температуры от среднемноголетнего значения и коэффициенты корреляции между аномалиями ТПО и индексами ЮК и САК ($R_{\text{ЮК}}$ и $R_{\text{САК}}$) на 95%-ном уровне значимости. На рисунках 1 и 2 представлены примеры распределения $R_{\text{ЮК}}$ вдоль $0,5^{\circ}$ с.ш. и пространственные распределения $R_{\text{ЮК}}$ и $R_{\text{САК}}$ по всему Мировому океану.

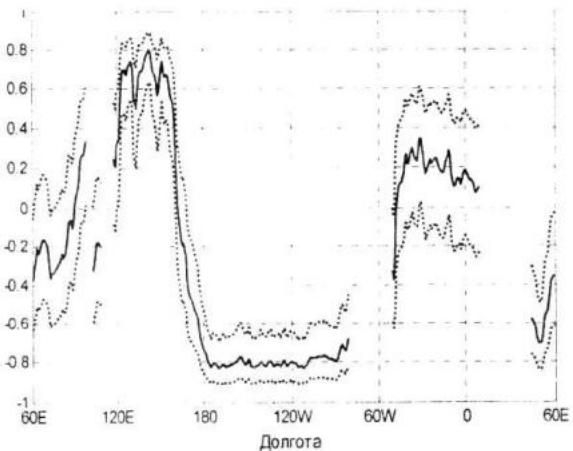


Рисунок 1 – Изменение $R_{\text{ЮК}}$ вдоль $0,5^{\circ}$ с.ш. для периода 1996 – 1998 гг. Пунктиром показан 95%-ный доверительный интервал

Из рисунка 1 видно, что при больших абсолютных значениях $R_{\text{ЮК}}$ их среднеквадратичное отклонение по долготе много меньше доверительного интервала.

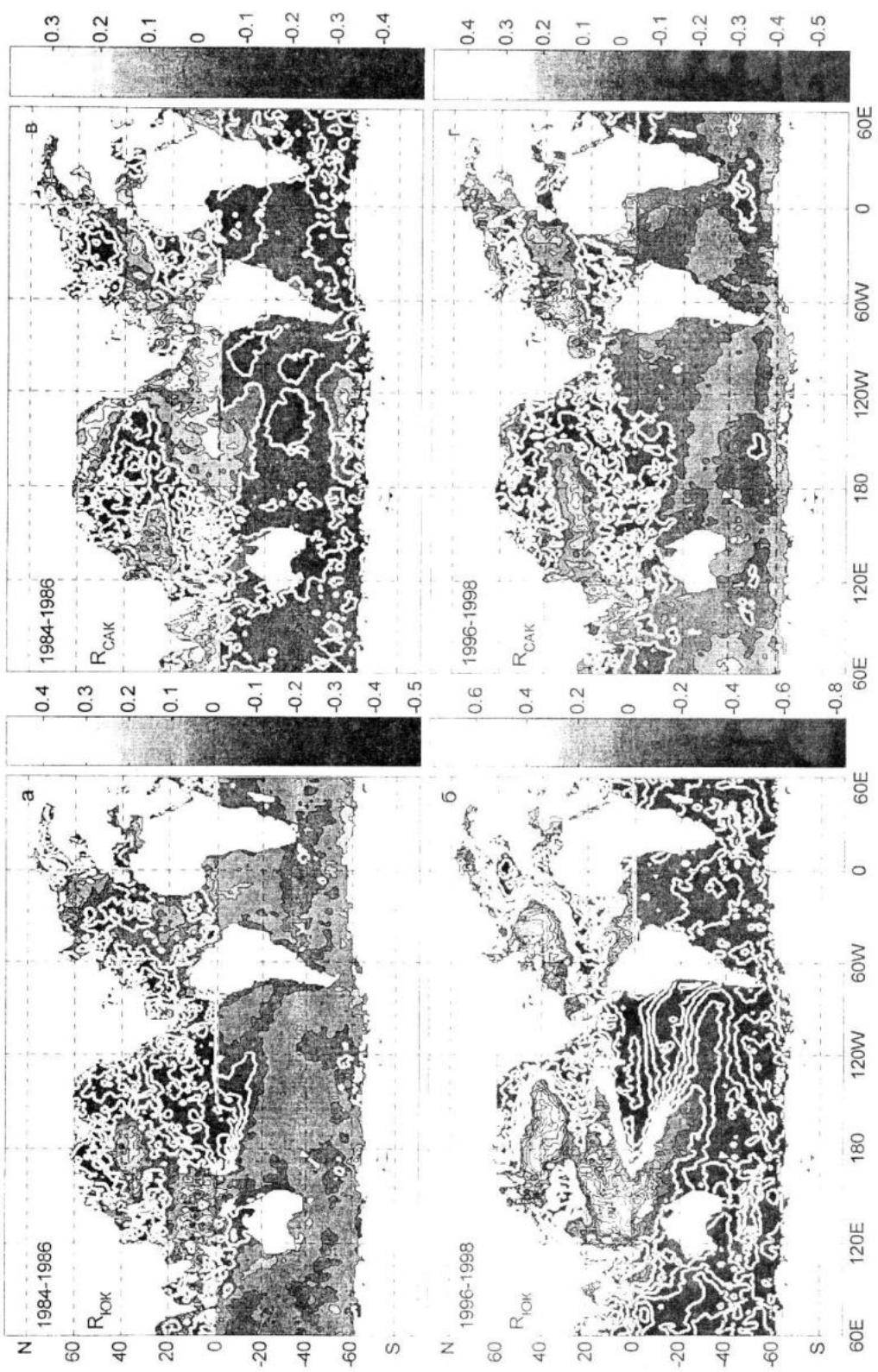


Рисунок 2 – Распределение $R_{юк}$ (слева) и $R_{САК}$ (справа) для двух временных интервалов (1984 – 1986, 1996 – 1998 гг.). Изолинии даны с шагом 0,1. Изолинии отрицательных значений $R_{юк}$ и $R_{САК}$ обозначены белым цветом. Первая белая изолиния обозначает $R_{юк} = 0$ или $R_{САК} = 0$

При значениях $R_{\text{ЮК}}$ близких нулю доверительный интервал очень широк, однако можно сделать вывод, что в достаточно узком диапазоне долгот, например 160 – 180°E наблюдается переход $R_{\text{ЮК}}$ через ноль, хотя точно определить долготу перехода через ноль невозможно.

Для исследования межгодовой изменчивости $R_{\text{ЮК}}$ и $R_{\text{САК}}$ их значения рассчитывались по 3-х летним интервалам, близким к среднему периоду наступления событий Эль-Ниньо.

Результаты. Пространственное распределение коэффициентов корреляции (рисунок 2) показывает, что наблюдаются определенные закономерности в положении областей с $R > 0$ и $R < 0$. Несмотря на то, что эти области со временем меняют свою площадь и конфигурацию, они соответствуют определенным гидрологическим

структуркам на поверхности Мирового океана.

В 1984 – 1986 гг. в период релаксации абсолютные значения индекса ЮК не превышали 0.5 (отмечено на рисунке 3 двойными стрелками). Наибольшие по абсолютной величине отрицательные $R_{\text{ЮК}}$ (-0.4 – -0.5) между аномалиями ТПО и индексом ЮК наблюдались в Тихом океане в экваториальной области и зонах Аляскинского и Алеутского течений (рисунок 2а). При этом максимальные по абсолютной величине значения $R_{\text{ЮК}}$ отмечались несколько южнее экватора в зоне Южного пассатного течения (около меридиана 180°). В Атлантике в это время значения $R_{\text{ЮК}} < 0$ наблюдались в районе Гольфстрима, Канарского течения и западных тропиков. В Южном полушарии в целом наблюдаются положительные значения $R_{\text{ЮК}}$.

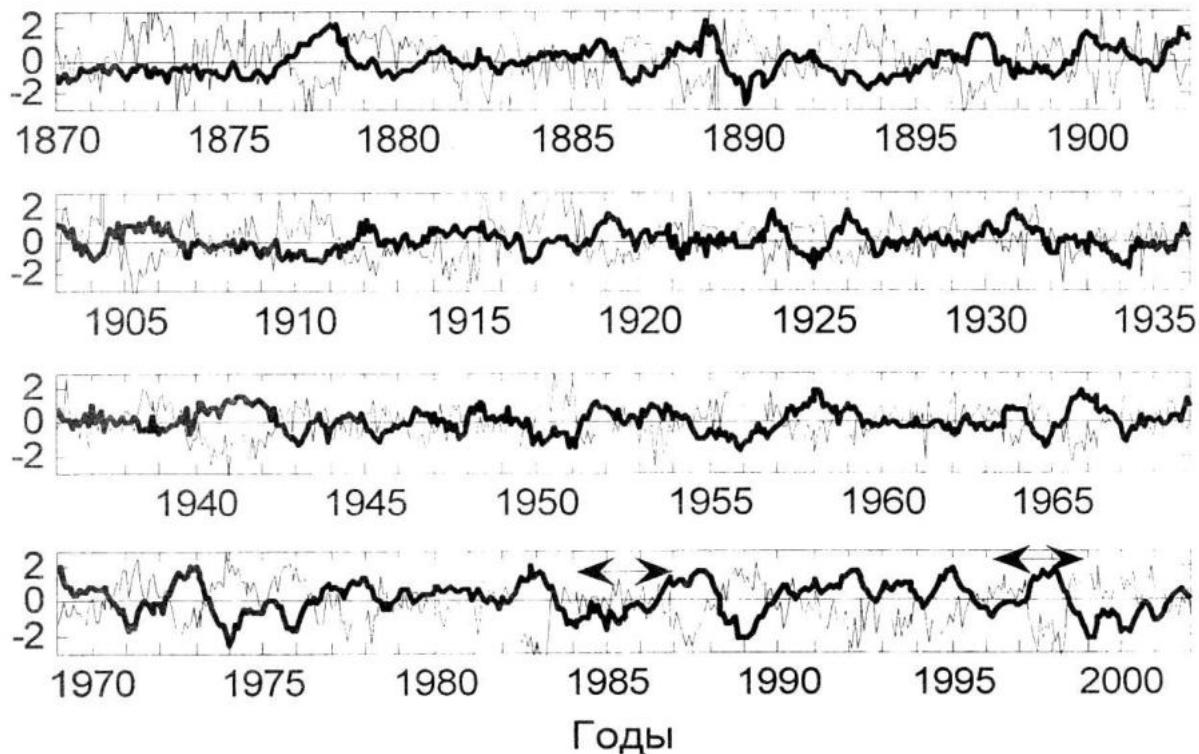


Рисунок 3 – Межгодовой ход аномалий ТПО [°C] (жирные линии) и индекса ЮК (тонкие линии) в узле сетки с координатами (0.5° с.ш., 169.5° з.д.)

В период Эль-Ниньо 1996 – 1998 гг. (отмечено двойными стрелками на рисунке 3) картина распределения $R_{\text{ЮК}}$ существенно изменяется (рисунок 2б). Всю тропическую зону Тихого океана восточнее 160° в.д. покрывает область отрицательных значений $R_{\text{ЮК}}$. При этом максимальные абсолютные

значения $R_{\text{ЮК}}$ (-0.7 – -0.8) почти в два раза превышают их величины, наблюдаемые в период релаксации индекса ЮК. Границы этой области примерно совпадают с Северным и Южным пассатными течениями. Характерно, что тихоокеанская область с $R_{\text{ЮК}} < 0$ имеет свое продолжение в северных

тропиках и субтропиках Атлантического океана (рисунок 2б).

В Тихом океане (рисунок 2б) западнее области с $R_{ЮК} < 0$ отмечалась резкая смена знака $R_{ЮК}$. Максимальные значения $R_{ЮК} \sim 0,6$ наблюдались в западной части Северного субтропического антициклонического круговорота и в зоне Северотихоокеанского течения. Такая смена знака в пространственном распределении $R_{ЮК}$ связана, по-видимому, с особенностями крупномасштабной циркуляции вод. Система пассатных течений приносит в восточные и центральные тропики более холодные воды, тогда как на западе океана наблюдается вынос теплых тропических вод в более высокие широты.

В Атлантике также отмечались положительные значения $R_{ЮК}$ в западной части Северного субтропического круговорота.

В Южном полушарии во всех океанах в периоды Эль-Ниньо преобладают отрицательные значения $R_{ЮК}$. Особенно заметное увеличение абсолютных значений $R_{ЮК}$ наблюдается в области Южного субтропического антициклонического круговорота в Атлантике и в Антарктике между 110° и 130° з.д.

Необходимо отметить, что значительные отрицательные коэффициенты корреляции между аномалиями ТПО и индексом ЮК наблюдались в зонах Аляскинского и Алеутского течений независимо от характера атмосферной циркуляции, т.е. знака индекса ЮК.

Анализ распределения $R_{САК}$ выявил его существенные отличия от особенностей пространственного распределения $R_{ЮК}$ (рисунки 2в, 2г). Повсеместно значения $R_{САК}$ в полтора-два раза ниже, чем величины $R_{ЮК}$ (рисунки 2а, 2б). В период релаксации ЮК (1984 – 1986 гг.) в областях с отрицательными значениями $R_{ЮК}$ в основном наблюдались положительные величины $R_{САК}$. В Южном полушарии преобладали отрицательные значения $R_{САК}$ в отличие от положительных величин $R_{ЮК}$. Во время Эль-Ниньо 1996 – 1998 гг. область, занимаемая отрицательными значениями $R_{САК}$ в тропиках Тихого и Атлантического океанов, существенно уменьшилась по площади и сместились в западном и северо-западном направлении. При этом абсолютные значения $R_{САК}$ были также меньше. В Южном полушарии преобладали положительные значения

$R_{САК}$ в отличие от отрицательных величин $R_{ЮК}$.

Выводы. Анализ распределения коэффициентов корреляции между аномалиями ТПО и индексами ЮК и САК позволил выявить ряд особенностей:

Независимо от знака индекса ЮК в тропической зоне Тихого океана расположена область отрицательных значений $R_{ЮК}$. При положительном знаке индекса ЮК или его релаксации эта область смещается к западу. В периоды Эль-Ниньо максимальные абсолютные величины $R_{ЮК}$ почти в два раза выше, чем вне этих периодов ($-0,8$ против $-0,4$). В Южном полушарии во время Эль-Ниньо преобладают отрицательные $R_{ЮК}$, при смене знака индекса ЮК – преимущественно положительные.

Максимальные величины $R_{ЮК}$ наблюдаются в западной части Северных субтропических антициклонических круговоротов и в зонах Северотихоокеанского и Североатлантического течений.

Значения $R_{САК}$ в полтора-два раза ниже, чем величины $R_{ЮК}$. В период релаксации ЮК в областях с отрицательными значениями $R_{ЮК}$ в основном наблюдались положительные величины $R_{САК}$. Во время Эль-Ниньо в тропиках Тихого и Атлантического океанов наблюдаются положительные величины $R_{САК}$. В Южном полушарии также преобладают положительные значения $R_{САК}$. В периоды Ла-Нинья распределения $R_{ЮК}$ и $R_{САК}$ качественно похожи.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.Х. Пери, Дж. М. Уокер. Система океан – атмосфера // Л: Гидрометеоиздат. 1979. – 195 с.
2. Е.Н. Воскресенская. Глобальные процессы в системе океан – атмосфера и их влияние на природные аномалии Атлантико-Европейского региона / Диссертация на соискание ученой степени доктора географ. наук. – Севастополь, 2005. – 408 с.
3. J. Turner. Review the El NIÑO – Southern Oscillation and Antarctica // Int. J. Climatology, 2004 – №24. – Р. 1 – 31.
4. Г.И. Давыдов, А.Б. Полонский Изменчивость системы океан – атмосфера в Австралио-Азиатском регионе в связи с Эль-Ниньо – Южное Колебание // ФАО, 1996. – Т. 32. – № 3. – С. 383 – 396.