

# ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ ПРИ СМЕНЕ ФАЗЫ ТИХООКЕАНСКОЙ ДЕКАДНОЙ ОСЦИЛЛЯЦИИ

**A.В. Юровский, Е.Н. Воскресенская**

Морской гидрофизический институт  
НАН Украины  
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2  
*E-mail: a\_yurovsky@mail.ru*

*В статье рассматриваются изменения составляющих теплового баланса поверхности Земли, температуры воздуха и атмосферного давления при смене отрицательной фазы Тихоокеанской декадной осцилляции на положительную по данным реанализа NCEP/NCAR за период 1948 – 2004 гг.*

**Введение.** Тихоокеанская декадная осцилляция (ТДО) представляет собой процесс изменения структуры циркуляции водных масс, происходящими в северной части Тихого океана приблизительно через 20 – 30 лет. Первоначально она была описана в 1997 г. в контексте с уловами лосося [1]. Она характеризуется двумя фазами: отрицательной (холодной) и положительной (теплой), при которой происходит нагрев суши в Северном Полушарии.

Вместе с процессом Эль-Ниньо Юж-

ное Колебание (ЭНЮК), происходящим в тропической части Тихого океана, ТДО представляет два различные средние состояния циркуляции, которые влияют на систему океан – атмосфера. Но поскольку изменения ЭНЮК происходят каждые несколько лет, а изменения ТДО раз в 20 – 30 лет, этот продолжительный масштаб времени делает Тихоокеанскую декадную осцилляцию ключевой в изменении климата.

Индекс ТДО определяется как проекция зимних средних аномалий температуры поверхности океана (ТПО) на их главный вектор разложения на естественные ортогональные функции (ЕОФ) в северной части Тихого океана (севернее 20° с.ш.). Для того, чтобы уменьшить эффект глобального потепления из каждой среднемесячной аномалии ТПО перед расчетом главного вектора ЕОФ вычитаются глобально осредненные среднемесячные аномалии ТПО.

На рис. 1 показан рисунок из [2], иллюстрирующий изменения индекса ТДО за последние 100 лет, а так же аномалии некоторых параметров атмосферы и океана в теплую фазу ТДО. В работе [3] рассматривались изменения, происходящие в полях ТПО и атмосферного давления на поверхности моря при переходе от холодной (1950 – 1976 гг.) к теплой (1977 – 1993 гг.) фазе ТДО.

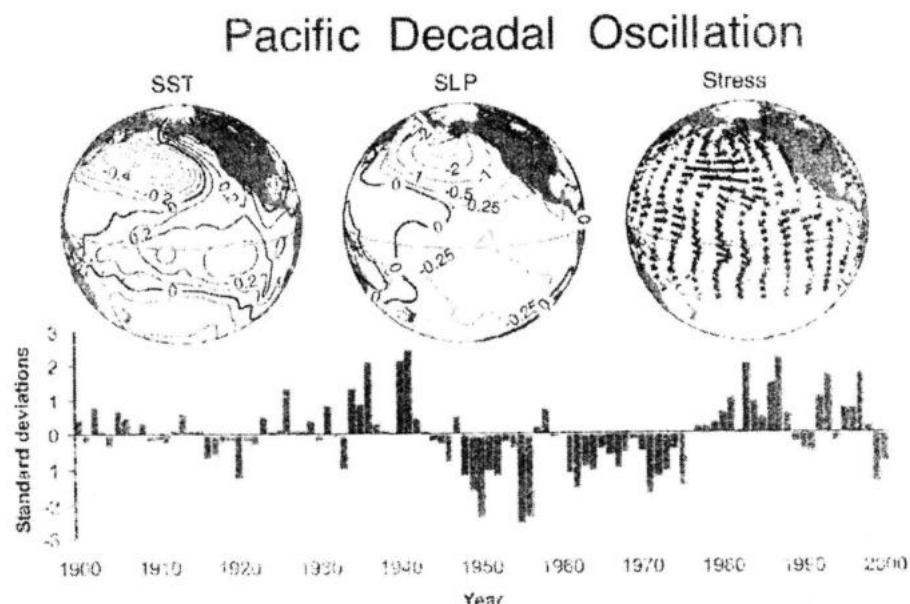


Рис. 1. Температура поверхности океана (SST) в °С, давление на уровне моря (SLP) в мб, касательное напряжение ветра (Stress) в теплую фазу ТДО; внизу – осредненные за ноябрь-март величины индекса ТДО [2]

Целью данной работы было исследование климатических изменений радиационного баланса, турбулентных потоков явного и скрытого тепла, теплового баланса поверхности Земли, температуры воздуха и атмосферного давления за периоды 1948 – 1976 гг. и 1977 – 2004 гг., относящиеся к разным фазам Тихоокеанской декадной осцилляции.

**Данные и методика.** В качестве исходных данных использовались среднемесячные величины баланса коротковолновой и длинноволновой радиации на поверхности, турбулентных потоков явного и скрытого тепла, а также температуры воздуха и давления из реанализа NCEP/NCAR [4]. Пространственное разрешение используемых данных: 1,875° по долготе и примерно 1,9° (гауссовское распределение) по широте; атмосферное давление в сетке 2,5°×2,5°.

По исходной информации были рассчитаны следующие характеристики: радиационный баланс на поверхности Земли ( $R_n$ ), суммарный турбулентный поток тепла ( $H+LE$ ) и тепловой баланс поверхности Земли ( $B$ ). Для анализа данные переписаны так, что каждая из 17664 точек (192 × 92) земного шара была представлена рядом из 57 величин для

конкретного месяца. Расчеты проводились с использованием авторского пакета программ на основе стандартных статистических методов.

В работе рассматривается разность средних значений составляющих теплового баланса поверхности Земли, температуры воздуха и атмосферного давления. При этом из средних значений за 1977 – 2004 гг. (теплая фаза ТДО) вычитываются средние значения за 1948 – 1976 гг. (холодная фаза ТДО).

**Результаты.** Рассмотрим разность средних величин радиационного баланса поверхности Земли  $R_n$  для декабря и августа, показанную на рис. 2. Средняя величина радиационного баланса при смене отрицательной фазы ТДО на положительную изменяется незначительно (на 15 – 20 %). Положительная разность наблюдается в Тихом, Атлантическом, а в летние месяцы и в Северном Ледовитом океане. В декабре на кромке льда в районе Антарктиды наблюдаются отрицательные значения разности  $R_n$ , доходящие до 30 – 40  $\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ .

На рис. 3 показано распределение разности средних величин суммарного турбулентного потока тепла ( $H+LE$ ), относящихся к разным фазам ТДО.

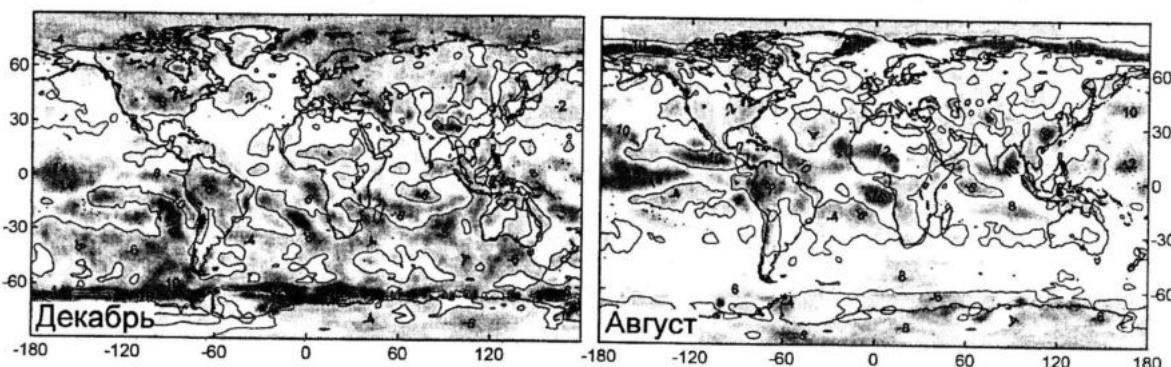


Рис. 2. Разность величин радиационного баланса поверхности Земли ( $\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ )

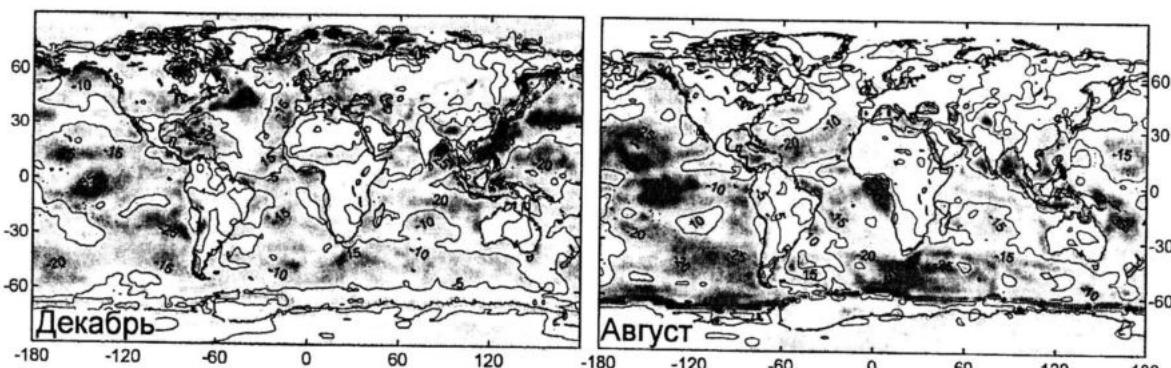


Рис. 3. Разность величин суммарного турбулентного потока тепла ( $\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ )

Изменения суммарного турбулентного потока тепла вносят основной вклад в изменчивость теплового баланса. При смене отрицательной фазы ТДО на положительную наблюдается значительный рост  $H+LE$  (до  $40 - 50 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ ) в энергоактивных зонах мирового океана, особенно в зимние месяцы. Наиболее

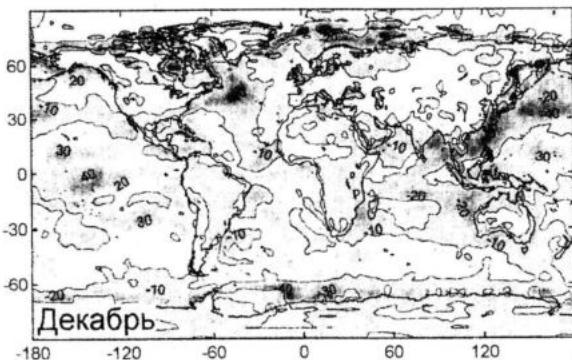
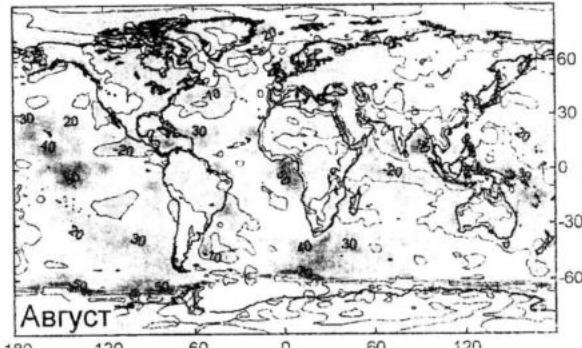


Рис. 4. Разность величин теплового баланса поверхности Земли ( $\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ )



Распределение отличий средних величин теплового баланса в разные фазы ТДО совпадает с аналогичным распределением  $H+LE$ . Наибольшая отрицательная разница  $B$  ( $-60 \div -80 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ ) наблюдается зимой в районах теплых течений Гольфстрим и Куросио. Летом наблюдаются зоны возрастания теплового баланса в теплую фазу ТДО в Тихом, Индийском и южной части Атлантиче-

ского океана. В августе выделяется Гвинейский залив, где происходит увеличение  $B$  на  $60 - 70 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ .

Годовой ход теплового баланса поверхности в характерных точках в различные фазы ТДО показан на рис. 5. Видно, что отличия в величине  $B$  в холодную (1948 – 1976 гг.) и теплую (1977 – 2004 гг.) фазу ТДО сохраняются в течении всего года.

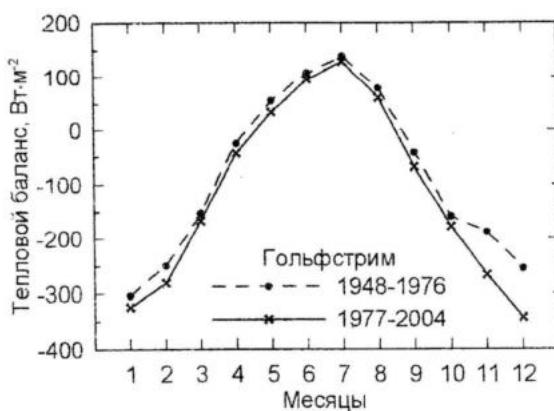


Рис. 5. Годовой ход теплового баланса поверхности Земли ( $\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ ) в различные фазы ТДО

На рис. 6 приведены различия в поле температуры воздуха, соответствующие периодам разных фаз ТДО зимой и летом. В зимний период средняя величина температуры воздуха в теплую фазу ТДО понижена в Антарктиде, Северной Африке и Европе (на  $3 - 4^\circ\text{C}$ ); повышена – в Северном Ледовитом океане (на  $3 - 4^\circ\text{C}$ ) и в Азии (на  $2 - 3^\circ\text{C}$ ). В летний период для теплой фазы ТДО характерно

повышение средней температуры воздуха в Антарктиде и Центральной Африке и понижение – в Азии.

На рис. 7 показаны зимние и летние различия в поле атмосферного давления, соответствующие периодам разных фаз ТДО. В теплую фазу ТДО наблюдается понижение средней величины атмосферного давления в районе Антарктиды, как зимой, так и летом, а также в северных

районах в холодное время года. Значительное повышение средней величины атмосферного давления (до 7–8 гПа) наблюдается в Азии в летний период.

Следует отметить, что результаты этой работы касательно температуры

воздуха и атмосферного давления в Тихом океане согласуются с результатами [3], хотя там вместо температуры воздуха рассматривались аномалии температуры воды.

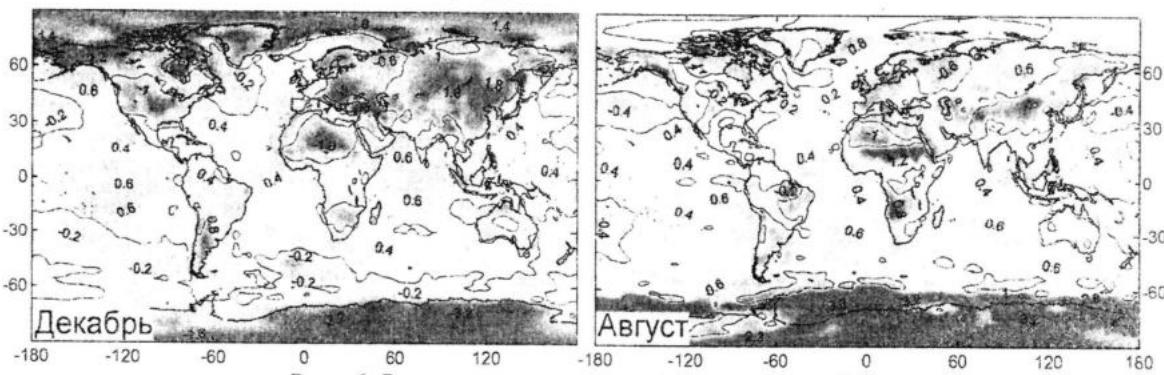


Рис. 6. Разность величин температуры воздуха ( $^{\circ}$ С)

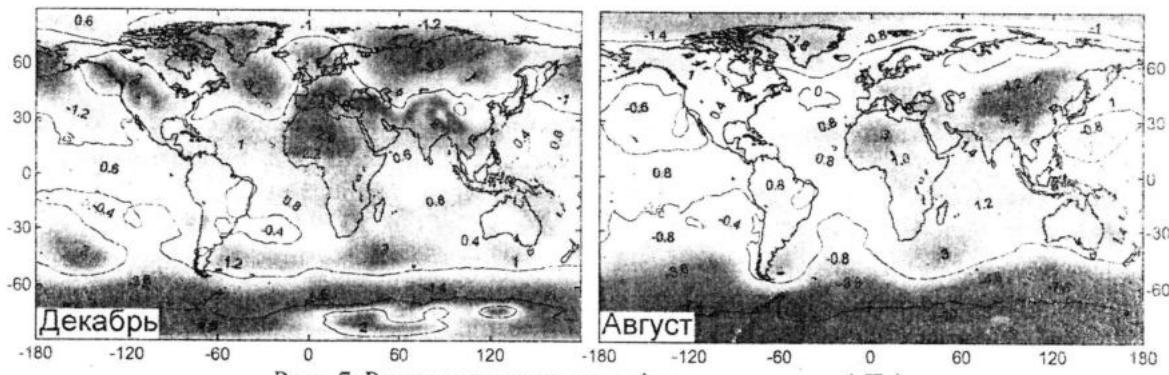


Рис. 7. Разность величин атмосферного давления (гПа)

**Заключение.** По данным реанализа NCEP/NCAR выявлены основные различия полей составляющих теплового баланса поверхности океана, а также приземных температуры воздуха и атмосферного давления, осредненных за периоды, связанные с различными фазами Тихоокеанской декадной осцилляции: холодная фаза (1948–1976 гг.) и теплая (1977–2004 гг.). Наиболее существенные различия между средними величинами составляющих теплового баланса поверхности Земли в различные фазы ТДО наблюдаются в энергоактивных районах океана. Основной вклад в изменчивость теплового баланса вносит изменчивость суммарного турбулентного потока тепла, заметный вклад изменчивости радиационного баланса наблюдается только в отдельных районах. Существенные различия температуры воздуха в холодную и теплую фазу ТДО имеют противоположные знаки в зимние и летние месяцы. В теплую фазу ТДО наблюдается устойчивое понижение

средней величины атмосферного давления в районе Антарктиды, как зимой, так и летом. А существенное повышение атмосферного давления наблюдается только в летний период над Азией.

Результаты по температуре воздуха и атмосферному давлению согласуются с результатами, полученными в [3].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mantua N.J. [et al.] A Pacific interdecadal oscillation with impacts on salmon production // Bull. Amer. Meteor. Soc. – 1997. – 78 – P. 1069–1079.
2. Mantua N.J., Hare S.R. The Pacific Decadal Oscillation // J. Oceanography – 2002. – 58 – P. 35–44.
3. Zhang Y. [et al.] ENSO-like Interdecadal Variability: 1900-93 // J. Climate. – 1997. – 10. – P. 1004–1020.
4. Kalnay E. [et al.] The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project//Bull. Amer. Meteor. Soc.–1996. – 77. – P. 437–471.