

ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ СМЕНЕ ФАЗЫ ТИХООКЕАНСКОЙ ДЕКАДНОЙ ОСЦИЛЛЯЦИИ

Е.Н. Воскресенская, А.В. Юровский

Морской гидрофизический институт
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: elena_voskr@mail.ru

В статье рассматриваются климатические изменения температуры воздуха и атмосферного давления, наблюдаемые как на всем земном шаре, так и в Средиземно-морско-Черноморском регионе при смене холодной фазы Тихоокеанской декадной осцилляции (1948 – 1976 гг.) на теплую (1977 – 2007 гг.) и наоборот (2008 – 2013 гг.) по данным реанализа NCEP/NCAR. Показано, что климатические сдвиги при смене фаз ТДО имеют одинаковый знак.

Введение. Приблизительно каждые 30 лет в северной части Тихого океана изменяется структура циркуляции водных масс и соответственно распределение аномалий температуры поверхности океана (ТПО). Этот процесс получил название Тихоокеанская декадная осцилляция (ТДО) и первоначально был описан в 1997 г. в контексте с уловами лосося [1]. Тихоокеанская декадная осцилляция вместе с процессом Эль-Ниньо Южное Колебание (ЭНЮК), который происходит в тропической части Тихого океана, представляют собой два различных средних состояния циркуляции, которые влияют на систему океан-атмосфера. Но поскольку изменения ЭНЮК происходят каждые несколько лет, а изменения ТДО примерно раз в 30 лет, этот продолжительный масштаб времени делает Тихоокеанскую декадную осцилляцию ключевой в изменении климата [2].

Индекс ТДО определяется как проекция зимних средних аномалий температуры поверхности океана 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. Различают положительную (теплую) фазу ТДО, при которой происходит нагрев суши в Северном Полушарии, и отрицательную (холодную) фазу ТДО [3].

В литературе много внимания уделяется сдвигу различных гидрометеорологических параметров при смене фазы ТДО. Например, в [2] 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.

По индексам Тихоокеанской декадной осцилляции, рассчитанным в The Joint Institute for the Study of the Atmosphere and Ocean (JISAO) и доступным в интернете, можно считать, что с 2008 года началась холодная фаза ТДО.

Целью данной работы явилось исследование климатических изменений температуры воздуха и атмосферного давления на уровне моря за периоды, относящиеся к разным фазам Тихоокеанской декадной осцилляции: 1948–1976 гг. (холодная фаза), 1977–2007 гг. (теплая фаза), 2008–2013 гг. (холодная фаза).

Данные и методика. В качестве исходных данных использовались среднемесячные величины температуры воздуха на уровне 2 м (T_a) и атмосферного давления на уровне моря (P_a) из реанализа Национальных Центров Прогнозирования окружающей среды и Исследования атмосферы (NCEP/NCAR) за период 1948 – 2013 гг. [5]. Пространственное разрешение данных по температуре воздуха: 1,875° по долготе и примерно 1,9° (гауссовское распределение) по широте, по атмосферному давлению – 2,5°×2,5°.

Для анализа данные переписаны так, что каждая из 17664 точек (192 × 92) земного шара была представлена рядом из 66 величин (1948 – 2013 гг.) для конкретного месяца. Для удаления вековой изменчивости полученные ряды были детрендированы. В работе рассматривается разность средних значений, рассчитанных для трех периодов, соответствующих различным фазам ТДО. При этом из средних значений за 1977–

2007 г. (теплая фаза) поочередно вычитаются средние значения за 1948–1976 гг. (первая холодная фаза) и 2008–2013 гг. (начало второй холодной фазы). Для удобства обозначим первые разности ΔT_1 и ΔP_1 , вторые – ΔT_2 и ΔP_2 . Расчеты проводились с использованием авторского пакета программ на основе стандартных статистических методов.

Результаты. На рис. 1 показан временной ход температуры воздуха и атмосферного давления в отдельных характерных точках Средиземноморско-

Черноморского региона для отдельных месяцев за период 1948 – 2013 гг., из которых удален вековой тренд. Осредненные за периоды различных фаз ТДО величины показывают климатические сдвиги при смене фазы ТДО. Второй сдвиг в 2007 – 2008 годах, при смене теплой фазы ТДО на холодную, по знаку совпадает с первым сдвигом, но по амплитуде больше, что можно объяснить более коротким начальным периодом холодной фазы ТДО.

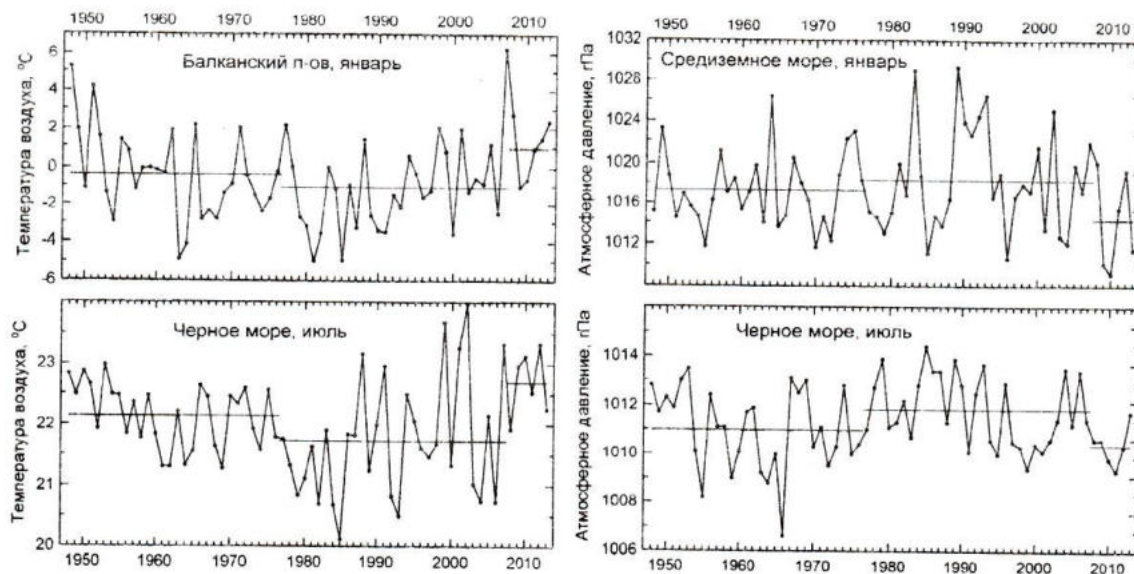


Рис. 1. Временной ход T_a и P_a в характерных точках Средиземноморско-Черноморского региона в январе и июле. Прямые линии – средние значения в различные фазы ТДО

Рассмотрим пространственное распределение разности средних величин температуры воздуха ΔT_1 и ΔT_2 в различные фазы ТДО. На рис. 2, показано такое распределение в Средиземноморско-Черноморском регионе для января и июля. За исключением отдельных районов, как зимой, так и летом, в теплую фазу ТДО наблюдается понижение температуры воздуха. Максимальные отрицательные разности T_a (до -0.7°C) наблюдаются зимой над Балканским п-овом и в Малой Азии. Летом – над Крымом и в Северной Африке. Следует отметить, что завышенные значения сдвигов при второй смене фаз объясняются коротким периодом второй холодной фазы ТДО, зато распределения ΔT_1 и ΔT_2 по знаку и максимально-минимальным значениям чаще всего схожи между собой.

На рис. 3 показано пространственное распределение изменения температуры воздуха при смене фаз ТДО для всего земного шара. В зимний период, соответствующий теплой фазе ТДО, в покрытых снегом полярных широтах и Антарктиде наблюдаются наиболее существенных отрицательные перепады T_a , достигающие -1.5°C . Положительные разности T_a (до 1°C) наблюдаются в Сибири. В летний период теплая фаза ТДО отличается от холодной более низкими величинами температуры воздуха в Антарктике, на остальной территории изменения T_a не превышают 0.5°C . Структура пространственного распределения ΔT_1 и ΔT_2 при смене фаз ТДО (в том числе и по знаку) почти одинакова. Это свидетельствует о том, что климатические сдвиги, наблюдаемые в температуре

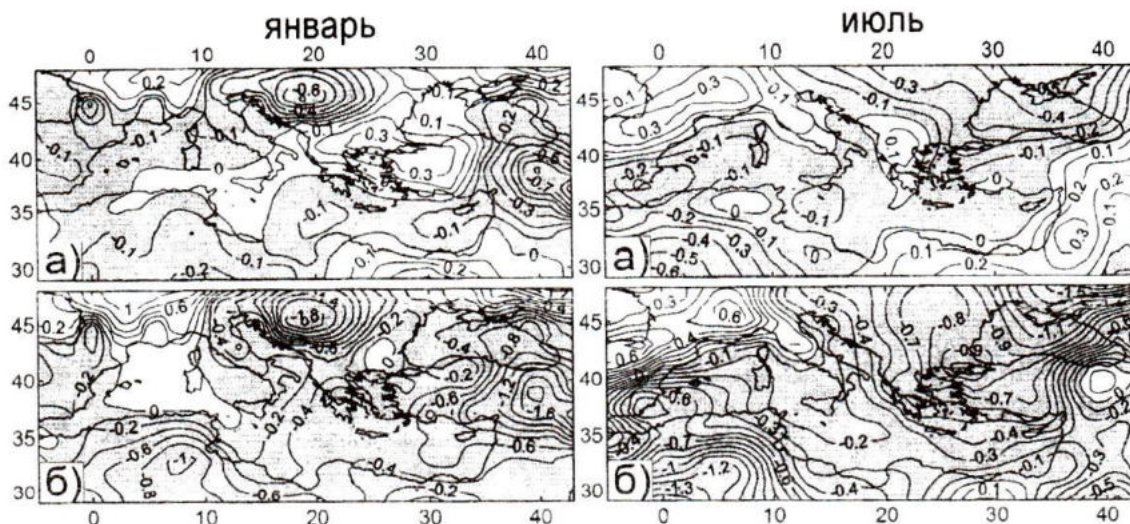


Рис. 2. Разности величин T_a ($^{\circ}\text{C}$), осредненных за периоды различных фаз ТДО: а) $-\Delta T_1$, б) $-\Delta T_2$; в январе и июле. Отрицательные величины показаны серым цветом

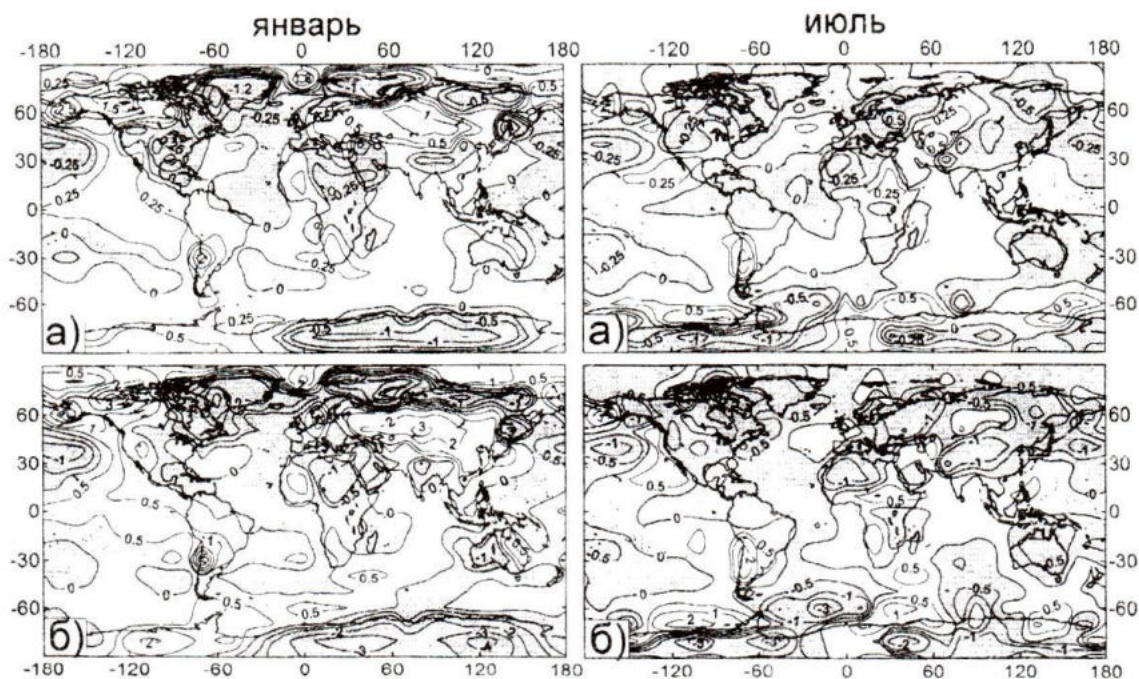


Рис. 3. Сдвиги средних величин T_a ($^{\circ}\text{C}$) при смене фазы ТДО: а) $-\Delta T_1$, б) $-\Delta T_2$; в январе и июле. Отрицательные величины показаны серым цветом

воздуха при смене фазы ТДО, не случайны, а определяются одинаковым влиянием процессов в атмосфере и океане. Разность температуры ΔT_2 по величине примерно в два раза превосходит разность ΔT_1 . Это объясняется тем, что современная холодная фаза ТДО продолжается всего 6 лет и в дальнейшем (при большем периоде осреднения) следует ожидать уменьшения сдвига в температуре воздуха между этой и предыдущей теплой фазой ТДО, при сохранении знака отличия.

Пространственное распределение разности средних величин атмосферного давления ΔP_1 и ΔP_2 в Средиземноморско-Черноморском регионе для января и июля показано на рис. 4. Здесь как зимой, так и летом, наблюдаются более высокие значения P_a в теплую фазу ТДО. Зимой максимальные величины ΔP_1 при первой смене фаз наблюдаются над Малой Азией, а при второй смене фаз ΔP_2 – в западной части Средиземного моря, что можно объяснить уменьшением количества циклонов в этом регио-

не в зимний период [6]. В летний период сдвиги атмосферного давления меньше, чем зимой, а их максимумы наблюдают-

ся также в восточной части рассматриваемого региона.

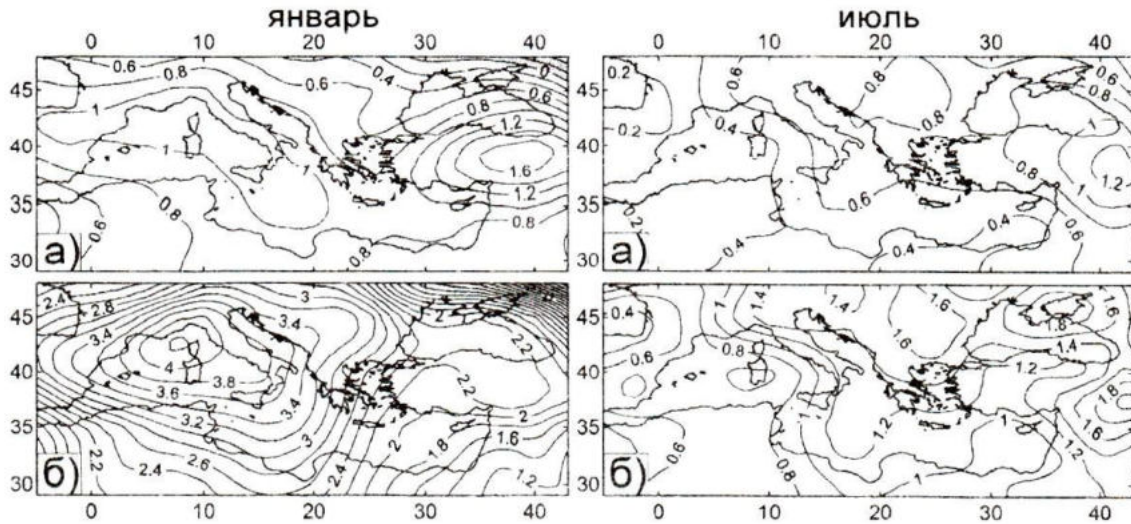


Рис. 4. Разности величин P_a (гПа), осредненных за периоды различных фаз ТДО: а) $-\Delta P_1$, б) $-\Delta P_2$; в январе и июле. Отрицательные величины показаны серым цветом

На рис. 5 показано такое же распределение ΔP_1 и ΔP_2 , но для земного шара. В январе в период теплой фазы ТДО величина атмосферного давления выше в средних, тропических и экваториальных широтах, а также в Антарктиде. Выделяется максимальный сдвиг в Северной Атлантике (до 2.5 гПа). Значительные

отрицательные сдвиги P_a отмечаются в северной части Тихого океана, на севере Евразии и Северной Америки, что согласуется результатами других авторов [2, 3, 7]. В июле теплая фаза ТДО сопровождается отрицательными сдвигами атмосферного давления в Южном полушарии и в Северном Ледовитом океане.

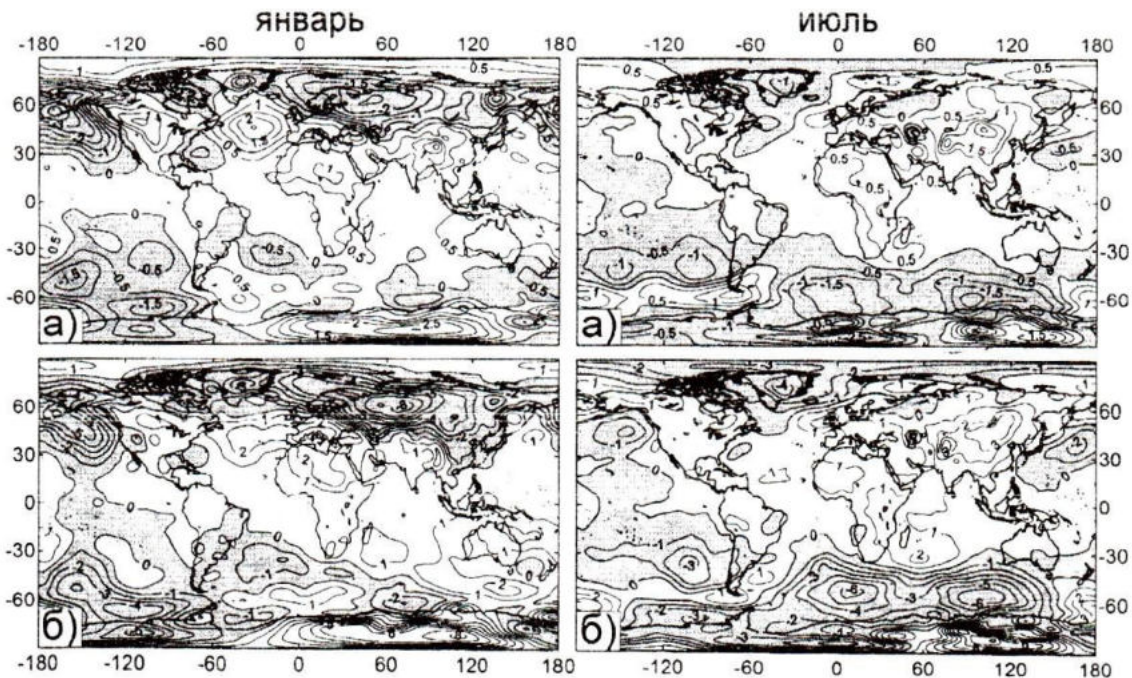


Рис. 5. Сдвиги средних величин P_a (гПа) при смене фазы ТДО: а) $-\Delta P_1$, б) $-\Delta P_2$; в январе и июле. Отрицательные величины показаны серым цветом

Над континентами, Индийским океаном и центральной частью Атлантики атмосферное давление в теплую фазу ТДО выше, чем в холодную. Как и в случае с температурой воздуха, совпадение знака и структуры распределения обоих климатических сдвигов P_a свидетельствует об одинаковом влиянии на величину атмосферного давления крупномасштабных процессов, происходящих в атмосфере и океане в различные фазы ТДО.

Выводы. Климатические сдвиги в температуре воздуха и атмосферном давлении, имеющие место в 1976 – 1977 гг. и 2007 – 2008 гг., связаны со сменой фаз Тихоокеанской декадной осцилляции. С различной амплитудой они наблюдаются во всех районах Земного шара, в том числе и в Средиземноморско-Черноморском регионе. Если из временных рядов убрать линейный тренд, представляющий собой вековую изменчивость, то в большинстве случаев смена холодной фазы ТДО на теплую и наоборот сопровождается климатическим сдвигом одинакового знака. Начало холодной фазы в 2008 году характеризуется большей величиной сдвига, по-видимому, из-за более короткого периода новой холодной фазы ТДО.

Пространственное распределение величины климатического сдвига T_a и P_a связано с распределением общей изменчивости этих характеристик, так как вклад Тихоокеанской декадной осцилляции является вкладом в низкочастотную изменчивость с периодом порядка 30 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mantua N.J., Hare S.R., Zhang Y., Wallace J.M., Francis R.C. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production // Bull. Amer. Meteor. Soc. – 1997. – 78. – P. 1069 – 1079.
2. Zhang Y., Wallace J.M., Battisti D.S. ENSO-like interdecadal variability: 1900–93 // J. Climate. – 1997. – 10. – P. 1004 – 1020.
3. Mantua N. J., Hare S. R. The Pacific Decadal Oscillation // J. Oceanography. – 2002. – 58. – P. 35 – 44.
4. Minobe S, Schneider N, Deser C, Liu Z, Mantua N, Nakamura H, Nonaka M Pacific Decadal Variability: A Review // J. Climate. – 2005. – submitted.
5. Kalnay E. [et al.] The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project // Bull. Amer. Meteor. Soc. – 1996. – 77. – P. 437 – 471.
6. Воскресенская Е.Н., Маслова В.Н. Циклоническая активность в Черноморско-Средиземноморском регионе // Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing. – 2014. – 160 p.
7. Deser C., Phillips A.S and Hurrell J.W. Pacific Interdecadal Climate Variability: Linkages between the Tropics and the North Pacific during Boreal Winter since 1900 // J. Climate. – 2004. – 17. – P. 3109 – 3124.