

Наблюдения из космоса за явлением Эль-Ниньо в Мировом океане

В.Е. Склярков, В.И. Бышев

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
117851 Москва, Нахимовский проспект, 36
E-mail: vsklyarov@km.ru*

Наблюдения из космоса являются эффективным средством для изучения Эль-Ниньо. Возмущения гидрофизических полей Тихого океана при Эль-Ниньо достаточно хорошо известны и описаны в научной литературе. Новые результаты были получены для Индийского океана. Показано, что система океан – атмосфера Индопацифики ведет себя согласованно. В океанах и атмосфере образуются зеркально симметричные диполи основных параметров. Особенно ярко это проявляется в межмуссонную фазу (весной или осенью). Спутниковые данные наиболее наглядно это демонстрируют. Если рельеф уровенной поверхности в ноябре 1996 или 2000г. соответствовал норме и характеризовался типичным для этого периода понижением уровня на западе Индийского океана и повышением на востоке, то, в октябре - ноябре 1997г. наклоны уровенной поверхности имели противоположный знак. Отметим, что область пониженного уровня охватывала всю экваториальную зону с формированием у о-ва Суматра интенсивного апвеллинга. В тоже время реакция Атлантического океана проявлялась только в его восточной - экваториальной части. На приводимых рисунках показаны ряды альтиметрических наблюдений за уровенной поверхностью океанов в характерных точках для 1993-2010 гг.

Ключевые слова: дистанционные методы, Эль-Ниньо, климат, спутниковая альтиметрия.

Введение

Некоторые общие сведения об особенностях реакции Тихого океана на явление Эль-Ниньо можно найти, например, в работах (Петросянец и др., 2005; Dijkstra, 2006), а Индийского океана в статьях (Вязилова, 2006; Бышев и др., 2008). До сих пор ряд исследователей полагают (Као et al., 2009; Kug et al., 2010), что Эль-Ниньо представляет собой региональное явление, при котором термодинамические свойства в системе океан-атмосфера распространяются в основном на тропическую часть Тихого океана. Такая точка зрения не справедлива как для процессов, происходящих в океане, так и для процессов в атмосфере (Вязилова, 2006; Вязилова Гущина, 2006). Следует подчеркнуть, что для углубленного понимания сценария канонического Эль-Ниньо (Yeh et al., 2009; Lee et al., 2010) следует продолжить изучение процессов, происходящих в обеих сферах.

Суть явления Эль-Ниньо заключается в ослаблении в тропической зоне пассатов, то есть, ветров юго-восточного и северо-восточного направлений. В годы без Эль-Ниньо пассаты формируют в океане по обе стороны от экватора мощные течения. Это сопровождается сгоном воды на восточной границе Тихого океана (у берегов Южной Америки) и нагоном до 0,5 м на его западной границе. В свою очередь у берегов Южной Америки за счет ветрового сгона образуется апвеллинг, сопровождающийся подъемом обогащенных биогенами глубинных вод, что и способствует чрезвычайному «плодородию» этой части Тихого океана. Пассат способствует переносу прохладного поверхностного слоя воды от южно-американского побережья на запад, свидетельством чего является «язык» холодных

вод. В период Эль-Ниньо все радикально меняется. Восточные ветры на экваторе сменяются западными, а теплые водные массы перемещаются (волна Кельвина) уже с запада к берегам Американского континента, блокируя при этом прибрежный апвеллинг и вытесняя холодное течение Гумбольдта. Температура в прибрежных водах повышается на 3-4° С, а порой и выше, что сопровождается экологической катастрофой: гибелью планктона и далее рыб и птиц.

Справедливо полагают, что с Эль-Ниньо связаны многочисленные аномальные явления и не только в тихоокеанском регионе (Бышев и др., 2001; Andreoli et al., 2005; Ashok et al., 2004; Kumar et al., 2006). Отметим только, что Эль-Ниньо явление комплексное, однако до конца не изученное. Остаются необъяснимыми наблюдаемые различия в режиме осадков над Индией при Эль-Ниньо до и после середины 70-х годов прошлого века (Wang et al., 2001). Отметим, также, и наличие положительных эффектов от Эль-Ниньо, например, уменьшение числа ураганов в Северной Америке и на Дальнем Востоке. В противоположность этому, в ряде регионов в годы Эль-Ниньо количество ураганов увеличивается. Эль-Ниньо в среднем возникают раз в 3-4 года, а наиболее мощные из них наступают раз в 10-15 лет. Так, например, в 1982-1983 годах, в период самого интенсивного (за более чем 100-летний срок инструментальных наблюдений), Эль-Ниньо началось весной 1982-го и продолжалось около года. Аналогичная ситуация отмечалась и в период 1997-1998 годов.

В настоящее время можно сделать вывод о том, что природа Эль-Ниньо нами пока не установлена, а теоретические и экспериментальные исследования нуждаются в дальнейшем развитии. В предлагаемой работе мы хотим обратить внимание на проявления Эль-Ниньо в Индийском океане по данным спутниковых альтиметрических измерений.

Материалы альтиметрических измерений

Реакция океана на явление Эль-Ниньо проявляется в различных параметрах, измеряемых из космоса: температуре поверхности, концентрации хлорофилла или взвеси, солености (самые последние измерения), уровне морской поверхности и др.. В настоящей работе авторы обращают внимание на результаты измерений спутникового альтиметра, поскольку между изменениями уровня, температурой поверхности океана и другими термодинамическими параметрами при Эль-Ниньо наблюдается высокая корреляция. Нами использовались данные альтиметрических измерений, заимствованные с сайта Университета Колорадо в Боулдере (<http://sealevel.colorado.edu>). Первое, что вызвало предпочтение – это использование в анализе временных рядов значений уровня поверхности (SSH аномалии) в заранее выбранных «точках» в Мировом океане. С нашей точки зрения временные ряды весьма наглядны и иллюстративный материал занимает существенно меньше места. Второе, в рабочем порядке привлекались данные и других измерений (в других диапазонах спектра) для подтверждения полученных результатов. Временные ряды рассматривались за период измерений с 1993 по 2010 г. для группы следующих точек:

Тихий океан 06°ю.ш., 108°з.д. 09°ю.ш., 178°в.д.

Индийский океан 09°ю.ш., 60 °в.д. 09°ю.ш., 95 °в.д.

Атлантический океан 06 °ю.ш., 02 °в.д.

Отметим, что сглаживание и методы устранения сезонного хода нами не использовались.

Обсуждение результатов

Анализ гидрофизических данных Индопацифики (Вязилова, 2006; Бышев и др., 2008) свидетельствует о реверсе при Эль-Ниньо атмосферной экваториальной циркуляции Уокера. Этот процесс сопровождается зеркально-симметричной перестройкой всех основных гидрофизических параметров региональной системы океан-атмосфера Индопацифики, включая уровень океана.

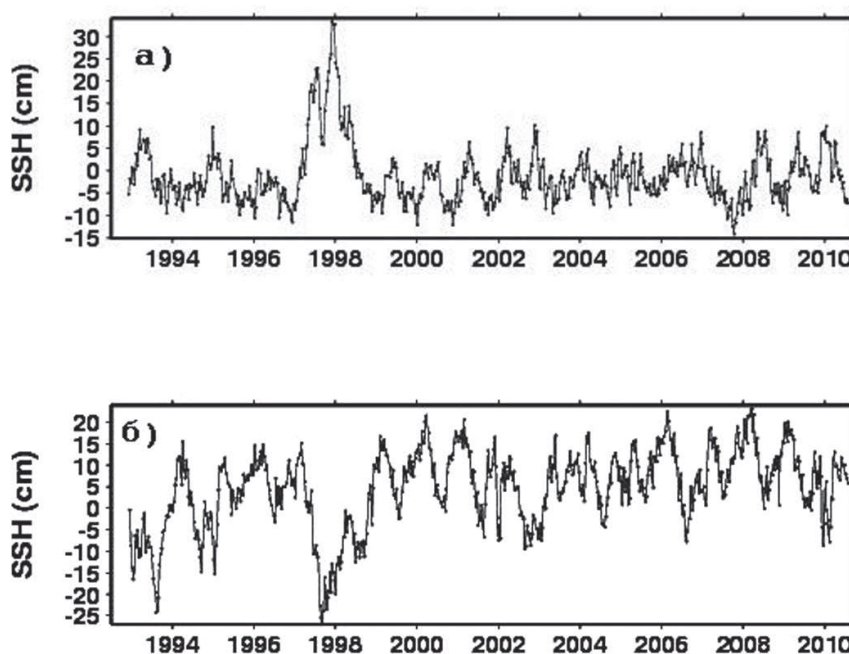


Рис. 1. Временной ход аномалии уровня SSH Тихого океана в точках с координатами: а) 06°ю.ш., 108°з.д. (восток) и б) 09°ю.ш., 178°в.д. (запад)

На рис. 1-3 представлены временные ряды аномалий уровня поверхности океана (SSH) для выбранных точек. Хорошо видно, что на фоне гармонических колебаний SSH, связанных с внутригодовой изменчивостью, резко выделяются годы Эль-Ниньо (1997-1998). В Тихом океане характер изменения уровня соответствует каноническому виду Эль-Ниньо (Yeh et al, 2009; Lee et al, 2010). Известно, что в период Эль-Ниньо образуется волна Кельвина, способствующая подъему SSH на востоке и понижению SSH на западе океана. Абсолютная величина SSH достигает при этом плюс 35 см на востоке и минус 25 см на западе. В Индийском океане мы наблюдаем зеркальный симметричный диполь в аномалии уровня океана. На западе океана мы видим повышение уровня на 25 см, а на востоке понижение SSH на такую же величину (рис.2). Определенные изменения уровня наблюдаются и в Атлантическом океане. На рис.3 показан характер изменения SSH для

Гвинейского залива. Здесь влияние Эль-Ниньо проявляется весьма слабо. При этом на западе тропической части Атлантики, это влияние (согласно наших данных) практически не прослеживается.

Следует отметить, что Индийский океан, находясь практически в эпицентре события Эль-Ниньо, демонстрирует своеобразную реакцию региональной климатической системы океан-атмосфера на это явление. Возмущения гидрофизических полей Индийского океана при Эль-Ниньо, является зеркальным отражением соответствующей реакции Тихого океана, в частности уровня океана и всех основных термодинамических характеристик океана (Бышев и др., 2008). Этот отклик наблюдается в Индийском океане в виде формирования значительных аномалий противоположных знаков на западной и восточной границах бассейна и наиболее ярко проявляется в межмуссонный период, когда термодинамический режим океана близок к своему квазистационарному состоянию.

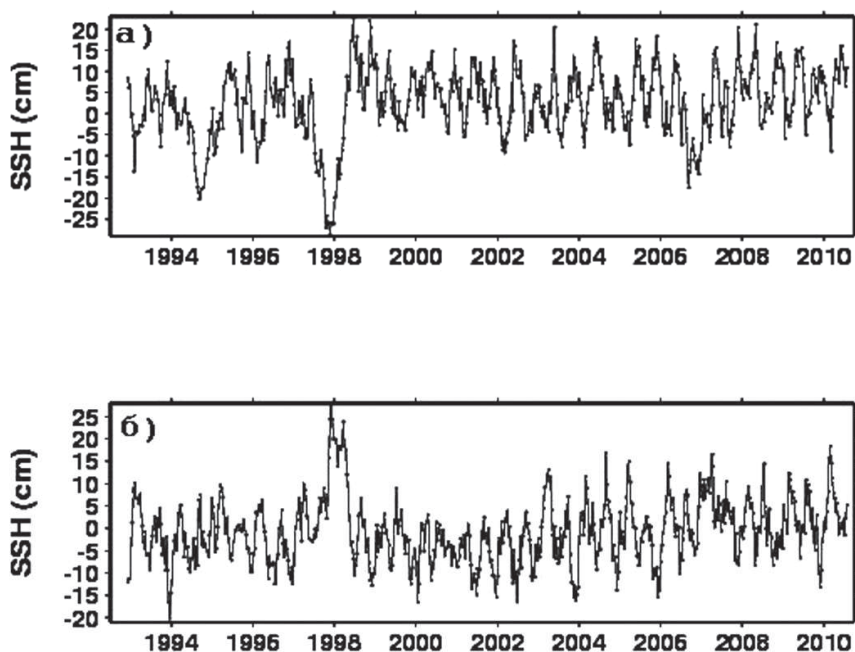


Рис. 2. Временной ход аномалии уровня SSH Индийского океана в точках с координатами: а) 09°ю.ш., 95°в.д. (восток) и б) 09°ю.ш., 60°в.д. (запад)

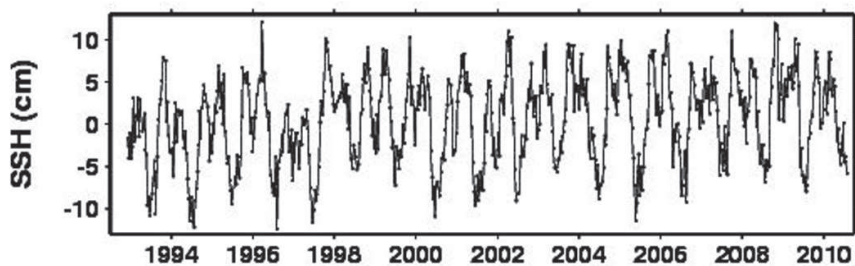


Рис. 3. Временной ход аномалии уровня SSH Атлантического океана (Гвинейский залив) в точке с координатами: 06°ю.ш., 02°в.д.

Заключение

Анализ альтиметрических спутниковых данных свидетельствует о перспективности применения космических дистанционных методов для изучения явления Эль-Ниньо в Мировом океане. Успешное использование альтиметрии для обнаружения отклонений уровня поверхности океана, однозначно связанное с особенностями циркуляции вод, представляется особенно перспективным, т.к. традиционные судовые методы весьма дорогостоящи и трудоемки. В настоящей работе рассмотрены результаты наиболее наглядные для Индийского океана. Спутниковые данные успешно это демонстрируют. Если рельеф уровня поверхности в ноябре 1996 или 2000г. соответствовал норме и характеризовался типичным для этого периода понижением уровня на западе Индийского океана и повышением на востоке, то, в октябре - ноябре 1997г. (период Эль-Ниньо) наклоны уровня поверхности имели противоположный знак. Рассматриваемый эффект связан с взаимодействием двух региональных звеньев атмосферной циркуляции Уокера. Тихоокеанская и индоокеанская ячейки ее циркуляции, объединенные областью планетарной конвекции (на общей границе двух океанов) обеспечивают формирование сопряженных диполей основных термодинамических характеристик в их экваториальной зоне.

Литература

1. Бышев В.И., Галеркин Л.И., Галеркина Н.Л., Иванов Ю.А., Фомин Л.М. Похолодание Баренцева моря в период явления Эль-Ниньо 1997-1998гг. // Докл. РАН, 2001. т.376. №3. С.397-400.
2. Бышев В.И., Иванов Ю.А., Нейман В.Г., Романов Ю.А., Серых И.В., Скляр В.Е., Шербинин А.Д. О проявлении эффекта Эль-Ниньо в Индийском океане // Доклады Академии Наук, 2008. том 418. №3. С.1-6.
3. Вязилова Н.А. О сценарии развития аномалий в системе океан-атмосфера в тропиках Индийского и Тихого океанов в годы с Эль-Ниньо. //Метеорология и Гидрология, 2006.№8. С.19-32.
4. Вязилова Н.А., Гуцина Д.Ю. Об особенностях развития аномалий метеорологических величин в тропиках Индийского и Тихого океанов в отдельные годы с Эль-Ниньо //Метеорология и Гидрология. 2006. №10. С.24-35.
5. Петросяну М.А., Семенов Е.К. , Гуцина Д.Ю., Соколихина Е.В., Соколихина Н.Н. Циркуляция атмосферы в тропиках: климат и изменчивость // М. Макс Пресс, 2005.640с.
6. Andreoli R.V., Kayano M.T. ENSO-related rainfall anomalies in South America and associated circulation features during warm and cold Pacific Decadal Oscillation regimes// J. Climatol., 2005.V.25. P.2017-2030.
7. Ashok K., Guan Z., Saji N.H., Yamagata T. Individual and combined influences of ENSO and the Indian Ocean Dipole on the Indian Summer Monsoon // J. Climate, 2004. V.17.P.3141-3155.
8. Dijkstra H.A. ENSO phenomenon: theory and mechanisms // Advances in Geosciences. 2006. V.6. P.3-15.
9. Kao H-Y., Yu J-Yi. Contrasting Eastern-Pacific and Central-Pacific Types of ENSO // Journal of Climate, 2009. V.22. P.615-632.
10. Kug J.-S., Sonora K.-P., Li T., Jin F.-F. Precursors of the El-Nino/La Nina onset and their interrelationship // J.Geophys.Res., 2010 .V.115. P.005106 (1-9).
11. Kumar K.K., Rajagopalan B., Hoerling M., Bates G., Cane M. Unraveling the Mystery of Indian Monsoon Failure During El-Nino //Science, 2006. V.314. P.115-119.
12. Lee T., McPhaden M.J. Increasing intensity of El-Nino in the central equatorial Pacific // Geophysical Res. Letts., 2010. №37. L14603 (1-5).
13. Taylor A.H., Jordan M.B., Stephens J.A. Gulf Stream shifts following ENSO events // Nature, 1998. V.393. P.638.

14. Wang B., An S.-I. Why Properties of El-Nino Changed During the late1970s // Geophysical Res.Lett., 2001. V.28. №19. P.3709-3712.
15. Yeh S.-W., Kug J.-S., Dewitte B., Kwon M.-H., Kirtman B.P., Jin F.-F. El-Nino in changing climate // Natura, 2009. V.961. №24. P.511-514.

Supervision from space for the El-Niño in the World Ocean

V.E. Sklyarov, V.I. Byshev

*P.P.Shirshov Institute of Oceanology, RAS.
36 Nakhimovsky Pr., Moscow, 117851, Russia
E-mail: , vsklyarov@km.ru*

Supervision from space are an effective instrument for studying of the El- Niño .The results of the study of ocean reaction to the El-Niño are presented. Results specify in significant reaction of the Indian ocean (except the Pacifica) by altimeters data. During the period of the El-Niño 1997-98 abnormal fall of the level in the east and simultaneous increase in the west of the Indian Ocean was observed.

Keywords: remote sensing, El-Niño, satellites altimetry, Indian Ocean.