

СТРУКТУРА И ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГЕОСТРОФИЧЕСКИХ ТЕЧЕНИЙ ИНДООКЕАНСКОГО СЕКТОРА ЮЖНОГО ОКЕАНА ПО КОНТАКТНЫМ И СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

A. В. Федирко

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: vault102@gmail.com

На основе данных гидрологической базы World Ocean Atlas-2009 и массива аномалий уровня океана (АО) с 1992 по 2010 гг. анализируется структура и сезонная изменчивость геострофических течений в Индоокеанском секторе Южного океана. Проведено сопоставление результатов, полученных по разным методам расчета, использующих среднемесячные, среднегодовые гидрологические данные и среднемесячные значения АО. Анализируются особенности внутригодового хода интенсивности и положения отдельных течений.

Введение. В Индоокеанском секторе Южного океана выделяются следующие основные течения: Южно-Индоокеанское течение (ЮИТ) и ветви Антарктического циркумполярного течения: Северная, Центральная и Южная (СВ АЦТ, ЦВ АЦТ, ЮВ АЦТ). В целом количество ветвей крупномасштабных течений и их среднее положение считается установленным фактом [1, 2].

В последние десятилетия, в связи с пополнением массивов гидрологических и спутниковых данных, развитием дрифтерных технологий, совершенствованием методов усвоения натурных данных в океанических моделях активно исследуется изменчивость течений Южного океана на разных пространственно-временных масштабах [3 – 7].

Несмотря на значительные успехи, достигнутые в этом направлении, отмечается разная региональная изученность течений, что не всегда позволяет воспроизвести общую картину циркуляции вод. Есть противоречия в положении и номенклатуре некоторых течений [8, 9]. Для большинства течений Южного океана, в том числе Индоокеанского сектора, типичный сезонный цикл изучен слабо. Исследование изменчивости течений на основе контактных измерений за-

труднено из-за их крайне неравномерной пространственно-временной обеспеченности. В зимние месяцы Южного полушария контактные измерения практически отсутствуют. Одним из путей решения этой проблемы является совместное использование контактных и спутниковых данных.

В настоящей работе на основе наиболее полных массивов гидрологических и спутниковых данных исследуется сезонная изменчивость геострофических течений на поверхности в Индоокеанском секторе Южного океана.

Материалы и методика. В работе использовались следующие массивы:

– климатический массив среднемесячных значений температуры и солености, в узлах регулярной одноградусной сетки, на стандартных горизонтах от поверхности до 1500 м. – World Ocean Atlas-2009 (WOA-09) [10];

– климатический массив среднемесячных аномалий уровня океана (АО) в узлах регулярной сетки $1/3^\circ$ с декабря 1992 по март 2010 гг. [11]. Массив АО с помощью процедуры оптимальной интерполяции [12] был приведён в узлы одноградусной сетки.

По среднегодовым и среднемесячным гидрологическим данным массива [10] для акватории между 20° ю.ш. и берегом Антарктиды и между 20° и 140° в.д. были рассчитаны динамические высоты относительно отсчёты поверхности 1500 м. Зональные скорости на поверхности вычислялись по стандартному геострофическому соотношению двумя способами: по разностям динамических высот, рассчитанным только по гидрологическим данным (метод 1); по разностям динамических высот, которые вычислялись как сумма среднемесячных значений АО по альтиметрическим данным и среднегодовых значений динамических высот по гидрологическим данным (метод 2).

Использование двух способов расчёта позволяет оценить различие между скоростями, полученными динамическим методом и скоростями, рассчитанными с альтиметрической добавкой.

Анализ результатов. На рис. 1 представлены среднемесячные профили скоростей течений вдоль 80° в.д., рассчитанных методами 1 (а), 2 (б).

Отметим, что разные методы показывают качественно одинаковую струк-

туру течений, однако в расчётах с использованием данных альтиметрии, она представлена более детально. Например, по гидрологическим данным АЦТ и ЮИТ представлены в виде единого потока, хотя в некоторые месяцы наблюдаются тенденция к появлению дополнительных ветвей. Расчёты с использованием альтиметрических данных позволили выделить несколько ветвей ЮИТ и АЦТ.

Самый южный поток восточного направления, севернее 60° ю.ш., был идентифицирован как ЮВ АЦТ. Собственно Антарктическое циркумполярное течение или его ЦВ АЦТ, прослеживается около 50° ю.ш. В некоторые месяцы прослеживаются две ветви ЦВ АЦТ. Наиболее интенсивным потоком в системе ветвей АЦТ является СВ АЦТ. К северу от АЦТ хорошо выделяется Южно-Индоокеанское течение, которое располагается между 20° и 30° ю.ш. При этом в этом диапазоне широт, прослеживаются три ветви ЮИТ: Северная, Центральная и Южная (СВ ЮИТ, ЦВ ЮИТ, ЮВ ЮИТ) (рис. 1).

Анализ внутригодового хода скорости и положения стрежней течений (рис. 2) показал, что несмотря на имеющиеся различия в абсолютных величинах, форма сезонного сигнала, рассчитанная разными методами, качественно совпадает. Отметим, что в сезонном цикле скорости и положения стрежней большинства течений наблюдается годовой сигнал. На некоторых участках того или иного течения проявляется и полугодовая периодичность.

На рис. 3 показаны характеристики сезонной изменчивости основных течений. Максимум скорости для наиболее интенсивной ЦВ ЮИТ, на всей её протяжённости, наблюдаются в конце-начале года. Течение наиболее развито в западном секторе, тогда как максимальные сезонные смещения отмечаются в восточной части океана.

Для СВ АЦТ максимумы скорости на протяжении всего течения прослеживаются в середине года. Наибольшая интенсивность течения, как и амплитуда сезонных колебаний скорости

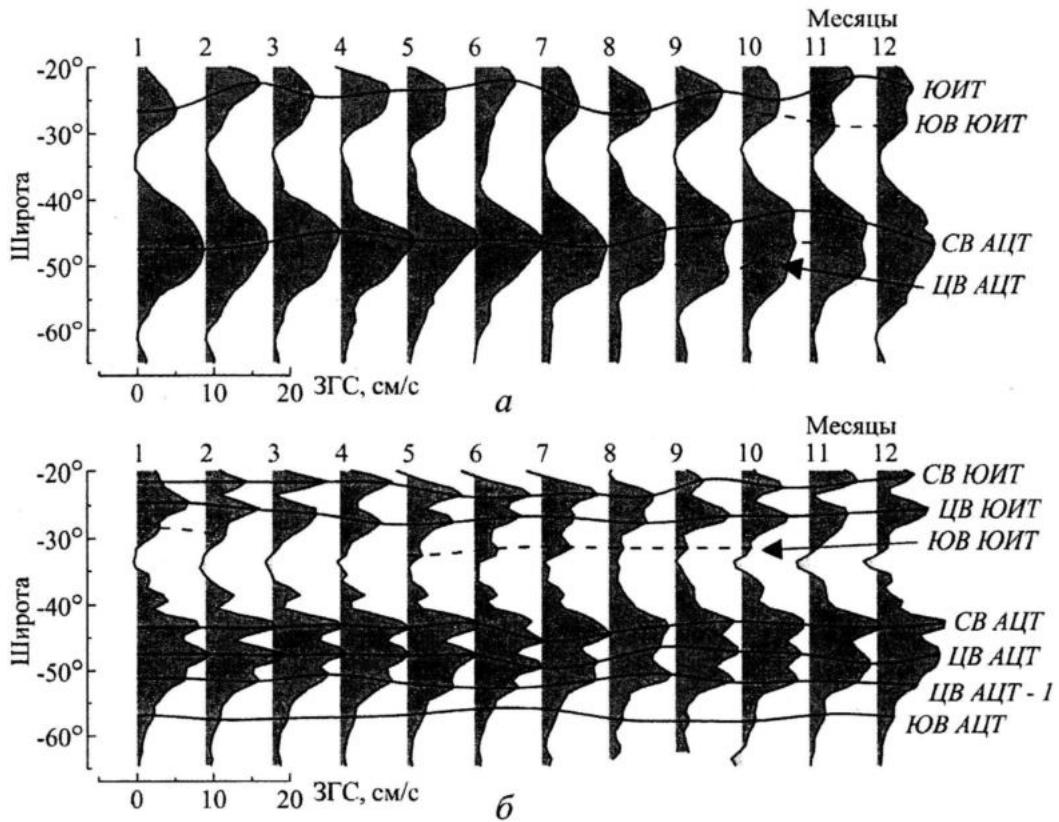
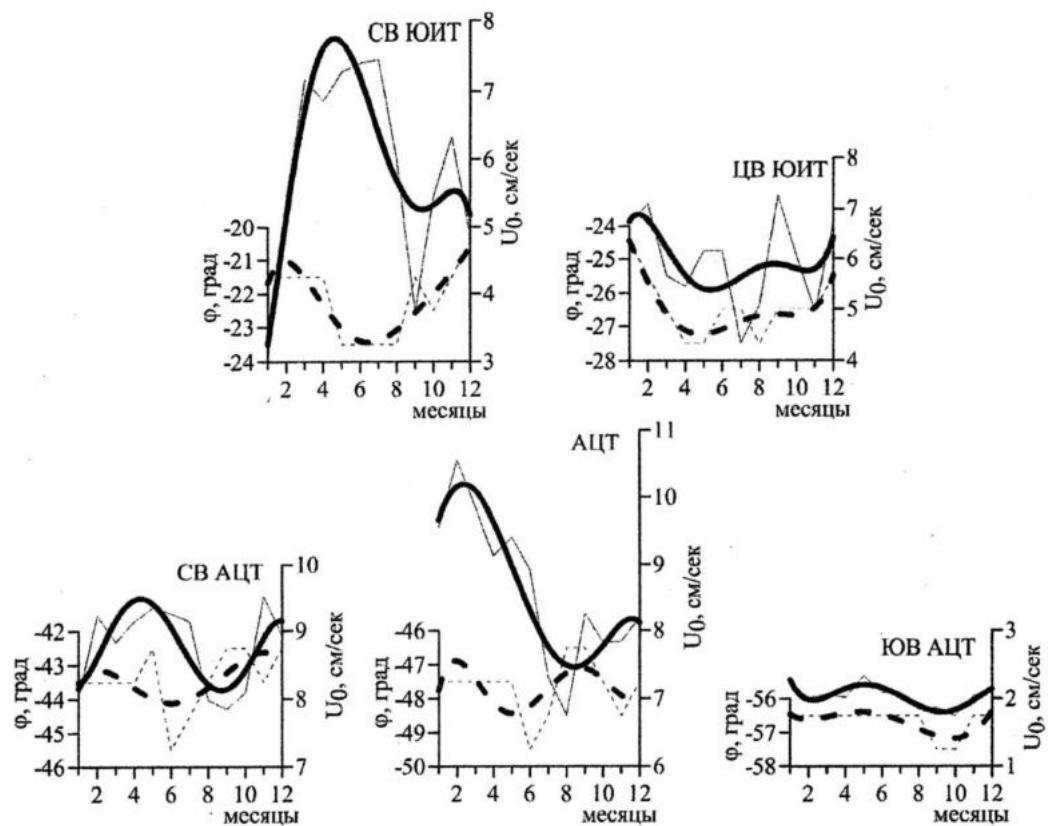
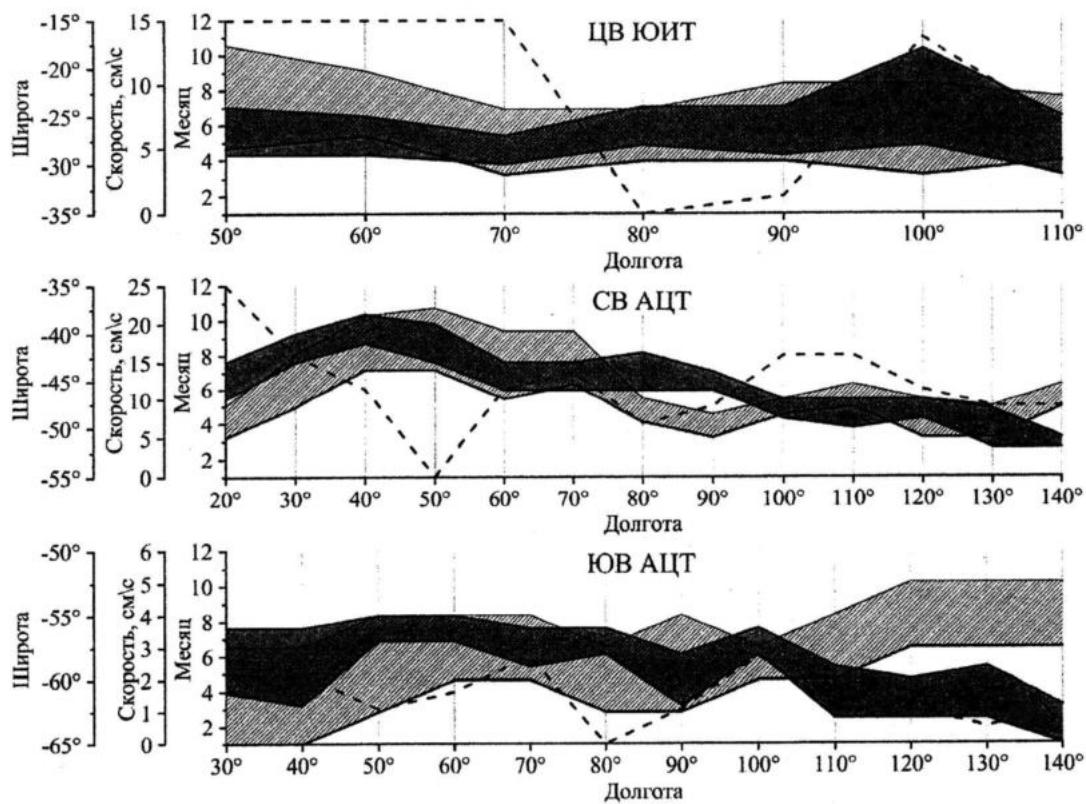


Рис. 1. Среднемесячные профили скоростей зональных течений, рассчитанных методами 1 (а), 2 (б), вдоль 80° в.д.



Р и с. 2. Внутригодовой ход скорости (сплошные линии) и положения стрежней (штриховые линии) ЮИТ и ветвей АЦТ вдоль 80° в.д. по результатам расчетов методом 2. Жирные кривые – сглаживание полиномом 5-й степени



Р и с. 3. Амплитуда колебания скоростей течений (штриховка), сезонных смещений течений (тёмный), и месяца наступления максимума скорости (пунктир) для ЮИТ, ЦВ АЦТ, СВ АЦТ и ЮВ АЦТ

наблюдается в западном секторе; в восточной части океана интенсивность и её амплитуда уменьшаются; по мере продвижения на восток, широтное положение стрежня СВ АЦТ смещается на юг.

ЦВ АЦТ как отдельный поток на фоне общего увеличения зональной скорости между 35° и 55° ю.ш. не всегда удается выделить. Вероятно на некоторых участках она сливается с СВ АЦТ. К сожалению, отсутствие гидрологических данных с высоким пространственным разрешением не позволяют пока ответить на этот вопрос. В то же время, более слабая ЮВ АЦТ, достаточно чётко выделяется на всех меридианах. Максимумы скоростей ЮВ АЦТ наблюдаются в первую половину года; наибольшая интенсивность в восточном секторе океана.

Заключение. Выявлено, что во внутригодовом цикле скорости и положения стрежней течений Индоокеанского сектора Южного океана преобладает годовой сигнал.

Показано, что максимумы скоростей ЦВ ЮИТ наблюдаются в конце-начале года, при этом наибольшей интенсивности течения достигает в западном секторе. Наибольшая амплитуда сезонных смещений ЦВ ЮИТ наблюдается в его восточной части.

Максимумы скоростей СВ АЦТ протяжении всего течения прослеживаются в середине года. Наибольшие значения скоростей, как и амплитуда их сезонных колебаний в западном секторе. Интенсивность и амплитуда сезонных колебаний скорости СВ АЦТ уменьшаются в восточной части океана. Среднее широтное положение СВ АЦТ по мере продвижения на восток смещается в южном направлении.

Для ЮВ АЦТ максимумы скоростей наблюдаются первую половину года. Наибольшая интенсивность ЮВ АЦТ отмечается в восточной части океана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Park Y.-H., Gambéroni L. Large-scale circulation and its variability in the south Indian Ocean from TOPEX/POSEIDON altimetry // Journal of Geophysical Research, 1995, 100(C12). – P. 24911 – 24929.
2. Sparrow M.D., Heywood K.J., et al. Current structure of the south Indian Ocean // Journal of Geophysical Research, 1996, 101(C3). – P. 6377 – 6391.
3. Palastanga V., Van Leeuwen P.J., et al. Flow structure and variability in the subtropical Indian Ocean: Instability of the South Indian Ocean Countercurrent // Journal of Geophysical Research, 2007, 112(C1). – P. 1 – 11.
4. Matano R.P., Beier E.J., & Strub, P.T. The seasonal variability of the circulation in the South Indian Ocean: Model and observations // Journal of Marine Systems, 2008, 74(1-2). – P. 315 – 328.
5. Sultan E., Mercier H., & Pollard R.T. An inverse model of the large scale circulation in the South Indian Ocean // Progress in Oceanography, 2007, 74(1). – P. 71 – 94.
6. Deng X., Hwang C., et al. Seasonal and interannual variations of the Leeuwin current off Western Australia from TOPEX/Poseidon satellite altimetry // Terr. Atmos. Ocean. Sci. – 2008, 19, № 1, 2. – P. 135 – 149.
7. Pandey A.C., Rai S. Sensitivity of the Indian Ocean circulation to surface wind stress // Indian Journal of Marine Sciences, 2008, 37(1). – P. 55 – 61.
8. Канаев В.Ф., Нейман В.Г., Парин Н.В. Индийский океан // Природа и ресурсы Мирового океана. – М.: Мысль, 1975. – С. 284.
9. Stramma L. The South Indian Ocean Current. // Journal of physical oceanography, 1992, V. 22. № 4. – P. 421 – 430.
10. http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WO_A09/pr_woa09.html
11. <http://www.aviso.oceanobs.com/en/odata/products/sea-surface-height-products/global/msla-mean-climatology/index.html#c7276>
12. Cressie N.A.C. The Origins of Kriging. // Mathematical Geology. – 1990. – V. 22. – P. 239 – 252.