

## О ПРОЯВЛЕНИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ЮЖНОМ ОКЕАНЕ

Ионов В.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,  
v.ionov@spbu.ru

**Аннотация.** В индийском секторе Южного океана в 2007-2017 гг. в межгодовых сезонных положениях основных климатических фронтов на поверхности моря отмечена тенденция к смещению на юг, как свидетельство проявления потепления в поверхностном слое вод.

Ключевые слова: прямые и спутниковые наблюдения градиентов температуры поверхности моря; основные поверхностные фронты Южного океана; мониторинг межгодовой изменчивости их меридиональных смещений.

Южный океан – одно из важнейших звеньев климатической системы планеты. Однако скудость прямых океанографических наблюдений в этой удалённой и суровой для мореплавания части Мирового океана препятствует чёткому пониманию физики и динамики процессов, которые отличают Южный океан от других океанических бассейнов. Главная особенность непрерывного широтного кольца океанических вод, охватывающего Антарктиду, – Антарктическое циркумполярное течение (АЦТ). АЦТ играет ключевую роль в глобальном переносе массы, тепла и количества движения, перенося климатические возмущения из одного бассейна Мирового океана в другой. Характерной чертой гидрологии поверхностных вод Южного океана является множественность фронтальных разделов водных масс различного происхождения. Главные из этих фронтов формируются в пределах АЦТ. [3]

Существующие наблюдения с различных океанических платформ показывают что теплосодержание верхнего слоя вод Мирового океана с 1970-х годов постоянно растёт. Некоторые области океана нагреваются быстрее других, а некоторые регионы даже охлаждаются. Потепление, главным образом, возрастает на поверхности океана, тем не менее, подповерхностные слои вод вносят существенный вклад в увеличение океанического содержания тепла [4].

Начиная с 2006 г., приблизительно 60% – 90% изменения теплосодержания Мирового океана, связанного с глобальным потеплением, поглощается Южным океаном. Однако нагревание его водных масс неоднородно. В то время как верхние 1000 м Южного океана, в Антарктическом циркумполярном течении и к северу от него, быстро нагреваются примерно на  $0.1^{\circ}$  –  $0.2^{\circ}\text{C}$  за десятилетие, поверхность субполярных морей к югу от этого региона не нагреваются или даже немного охлаждаются. Южный океан – основа для нашего понимания тренда в теплосодержании Мирового океана. В последнее десятилетие, для которого имеется больше всего измерений автономно плавающих буёв Арго, доля Южного Океана в содержании тепла в глобальном слое вод 0-2000 м поднялось на 67% до 98% за период 2006-2014 гг., с явственным пиком в полосе широт Антарктического циркумполярного течения или севернее его ( $30^{\circ}$ – $50^{\circ}\text{S}$ ) [7].

Цель наших исследований в период сезонных Российских антарктических экспедиций (РАЭ) в 2007-2017 гг. – получить *новые сведения* о межгодовых меридиональных смещениях поверхностных термических фронтов [2]. Речь идёт об основных климатических фронтах Южного океана: Субтропическом (СТФ), Субантарктическом (САФ), Полярном фронте/Антарктической конвергенции (ПФ/АК),

регулярно пересекаемых научно-экспедиционными судами (НЭС) РАЭ в индо-океанском секторе (15–20°E и 40–50°S) между Африкой и Антарктидой.

Экспериментальной основой десятилетних исследований кафедры океанологии СПбГУ в Южном океане в этот период на НЭС «Академик Фёдоров» служат контактные измерения температуры поверхностного слоя моря (ТПСМ) по ходу судна, и синхронные данные дистанционных (спутниковых) зондирований температуры поверхности моря (ТПМ) радиометрами на борту метеорологических спутников серии NOAA [1]. Данные попутных, точно географически привязанных, измерений температуры поверхностного слоя моря (ТПСМ) дают возможность *теперь* изучать местоположение и пространственную структуру поверхностных фронтов, рассчитывая горизонтальные градиенты ТПСМ, существенно детальнее, чем это позволяли измерения на гидрологических станциях в океане *прежде*: в лучшем случае, через 30 морских миль [5].

**Таблица 1** – Характеристики фронтов по непрерывным данным ТПСМ. Сезон 53 РАЭ

Название фронта	Дата пересечения фронта	Широтное положение фронта	Зона фронта		Интервал температур, °C		Ширина зоны фронта, км	Средний градиент, °C/км
			от	до	от	до		
СТФ	07.12.2007	40°53'	40°21'	41°08'	17,0	14,0	87	0,03
САФ	08.12.2007	43°43'	43°37'	43°59'	13,0	8,5	41	0,11
ПФ	09.12.2007	49°16'	48°53'	50°07'	4,2	1,7	137	0,02

Графики межгодовых меридиональных флуктуаций за десятилетие явно свидетельствуют об общей для всех фронтов (в меньшей степени для ПФ) тенденции со временем к сдвигу, относительно среднего за 10 лет положения, на юг, к антарктическому континенту[2]. Полученные в очередной 63 сезонной РАЭ данные 2017 г., существенно не изменили главного.

Теперь, за 11 лет наблюдений, тренд к сдвигу меридиональных положений фронтов и, следовательно, более тёплых субтропических поверхностных вод к югу для СТФ и САФ, ещё более отчётлив. Напротив, у ПФ появился малозаметный тренд к северу.

### Литература

- Ионов В.В. Синоптический мониторинг поверхностных термических фронтов Южного океана – Труды ВНИРО, 2015, Т. 157, с. 143–150.
- Ионов В.В., Лукин В.В. Десять лет мониторинга климатически значащих термических характеристик поверхности Южного океана на основе прямых и спутниковых наблюдений. – Проблемы Арктики и Антарктики, 2017. № 3, с. 5–15.
- Holliday, N.P. Read, J.F. Surface oceanic fronts between Africa and Antarctica – Deep-Sea Res., 1998, I 45 pp. 217-238.
- Volkov, D. L. Ocean warming. In AccessScience. McGraw-Hill Education, 2018. <https://doi.org/10.1036/1097-8542.463850>.
- Lutjeharms, J.R.E., Valentine, H.R. Southern Ocean thermal fronts south of Africa – Deep-Sea Res., 1984, vol. 31, No. 12, pp. 1461-1475.
- Sallée, J.-B. Southern Ocean warming. *Oceanography*, 2018, 31(2), pp. 52 – 62. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2018.215>

## ON THE MANIFESTATIONS OF CLIMATIC CHANGES IN THE SOUTHERN OCEAN

Ionov V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, v.ionov@spb.ru*

**Abstract.** Within Indian sector of the Southern Ocean during 2007–2017 was registered a trend in annual shifts of seasonal positions of climatic fronts to the south, as the manifestations of global warming of the sea surface layer.

Key words: in situ registration and remote sensing of termic fronts; gradients of sea surface temperature; Southern Ocean fronts; temporal variability of meridional shifts of the surface front positions.