

ЭНЕРГООБМЕН МЕЖДУ СТРУЯМИ АНТАРКТИЧЕСКОГО ЦИРКУМПОЛЯРНОГО ТЕЧЕНИЯ И СИНОПТИЧЕСКИМИ ВИХРЯМИ В ПРОЛИВЕ ДРЕЙКА И МОРЯ СКОТИЯ

Кошляков М.Н.¹, Савченко Д.С.¹, Тараканов Р.Ю.¹

¹ *Институт океанологии им. П.П. Шириова РАН, 117997, г. Москва
Нахимовский пр., 36, 8(499)129-23-63, mnkoshl@ocean.ru*

We study energy exchange between jets of the Antarctic Circumpolar Current (ACC) and synoptic eddies in the surface layer of the ocean in the Drake Passage and the Scotia Sea during a period of 22 years (1993 – 2014).

Целью настоящей работы является исследование обмена кинетической энергией между струями Антарктического циркумполярного течения (АЦТ) и океанскими синоптическими вихрями в приповерхностном слое пролива Дрейка и моря Скотия. В основу исследования положены ежесуточные цифровые карты абсолютной динамической топографии поверхности океана (АДТ ПО) за 1993–2014 гг., построенные во французском агентстве CLS по данным альтиметрических наблюдений. На этих картах были выделены области с замкнутыми изогипсами, которые были интерпретированы как циклонические и антициклонические вихри. На рис. 1 показана карта АДТ, усредненная за 1993–2014 годы.

Наблюдения показывают, что АЦТ имеет многоструйный характер [1, 2]. В работе [2], в результате анализа данных спутниковой альтиметрии и других наблюдений на разных участках антарктического кольца, были выявлены восемь струй АЦТ, достаточно устойчиво привязанных к определенным диапазонам значений АДТ ПО. Выполненный авторами настоящей работы анализ карт АДТ за 2012–2014 годы в проливе Дрейка и море Скотия позволил скорректировать эти диапазоны в приложении к упомянутому району океана, в результате чего были определены значения АДТ в стрежнях и на границах струй АЦТ в этом районе (рис. 1).

Все струи АЦТ динамически неустойчивы, что проявляется в их меандрировании, возникновении внутри меандров циклонических и антициклонических вихрей, усилении вихрей до достижения ими максимумов содержащейся в них энергии и последующим ослаблением вихрей с их обратной трансформацией в меандры и, таким образом, их слиянием с породившими их струями. Рис. 2 дает пример эволюции циклона.

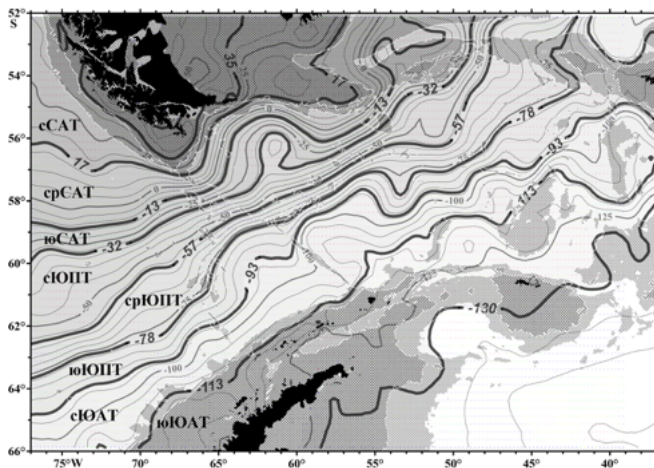


Рис. 1. Средняя за 1993–2014 гг. АДТ ПО (в см) в проливе Дрейка и море Скотия. Выделены изогипсы, являющиеся границами между струями АЦТ; расшифровка названий струй (с севера на юг): северные, средние и южные струи Субантарктического и Южного полярного течений, северная и южная струи Южного антарктического течения.

Сравнение значений АДТ ПО на рис. 2б с рис. 1 показывает, что циклон на рис. 2 был сформирован струей сЮПТ и частично струей юСАТ.

Расчет кинетической энергии каждой из струй АЦТ от срСАТ до сЮАТ (рис. 1) и каждого вихря в приповерхностном слое океана толщиной h_e в 1 метр выполнялся по формуле:

$$E(t) = \frac{\rho_0 h_e}{2} \int_{S(t)} (u^2(t) + v^2(t)) dS,$$

где t – время, u и v – зональная и меридиональная скорости геострофического течения на ПО, E – кинетическая энергия, S – площадь интегрирования, $\rho_0 = 1035 \text{ кг/м}^3$ – средняя плотность океанской воды. При расчете энергии струи интегрирование велось по всей площади струи в пределах рассматриваемого района океана (рис. 2) за вычетом участков, занятых вихрями. Расчет энергии вихрей велся отдельно для циклонов и антициклонов. При этом интегрирование выполнялось отдельно для кольцевых участков области данного вихря, заполненных водой из различных струй АЦТ (от срСАТ до сЮАТ) в соответствии со значениями АДТ на границах между струями, приведенными на рис. 1. Затем результаты интегрирования для данных суток, относящиеся к воде из одной

и той же струи АЦТ, суммировались по всем циклонам и, отдельно, по всем антициклонам в пределах исследуемого района.

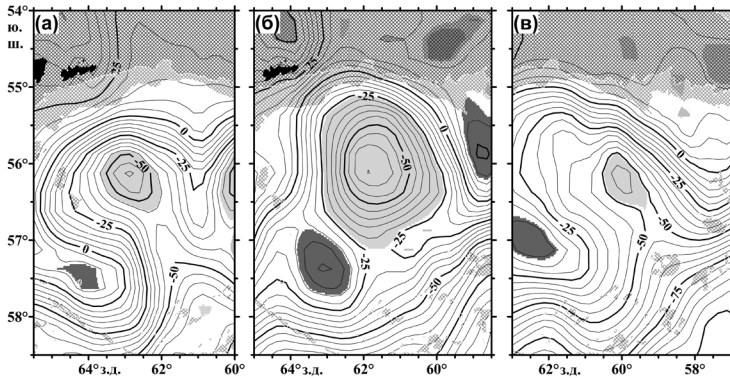


Рис. 2. АДТ ПО (в см) в северо-восточной части пролива Дрейка 22.09.2013 г. – (а), 20.10.2013 г. – (б) и 5.11.2013 г. – (в).

В качестве одного из главных результатов проведенных расчетов оказалось выявление того факта, что из всех струй АЦТ сЮПТ и срЮПТ занимают лидирующее положение в отношении вихреобразования в исследуемом районе океана. Для всех струй, кроме срСАТ, было получено равенство по порядку величины суммы средних энергий порождаемых струями циклонов и антициклонов и среднего квадратического отклонения энергии струи (рис. 3) – обстоятельство, свидетельствующее о важной роли процессов формирования вихрей и их обратного слияния со струями в изменчивости энергии струй. сЮПТ и срЮПТ лидируют в отношении интенсивности вихреобразования (рис. 3).

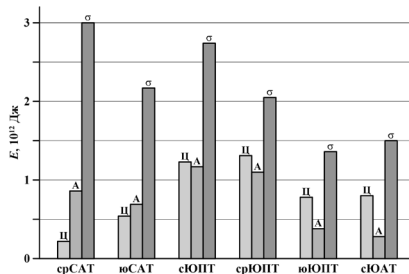


Рис. 3. Средние за 1993–2014 гг. значения кинетической энергии частей струй АЦТ, вовлеченных в циклонические (левые столбцы, Ц) и антициклонические (средние столбцы, А) синоптические вихри в приповерхностном слое пролива Дрейка и моря Скотия. Правые столбцы – значения среднего квадратического отклонения (σ) кинетической энергии собственно струй.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тараканов Р.Ю., Гриценко А.М. Тонкая струйная структура Антарктического циркумполярного течения к югу от Африки // *Океанология*. 2014. Т. 54. № 6. С. 725–736.
2. Sokolov S., Rintoul S.R. The circumpolar structure and distribution of the Antarctic Circumpolar Current fronts. Part 1: Mean circumpolar paths // *J. Geophys. Res.* 2009. V. 114. C11018, doi: 10.1029/2008J005108.