

Синоптическая изменчивость мезомасштабных вихрей в районе течения Агульяс на основе анализа альтиметрических данных



Сандалюк Н.В., Белоненко Т.В.
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия



Введение

Изучение мезомасштабных вихрей даёт представление о целых системах взаимосвязанных океанических характеристик. Мезомасштабные вихри способны переносить тепло, массу, кинетическую энергию и биохимические характеристики из региона их формирования на огромные расстояния.

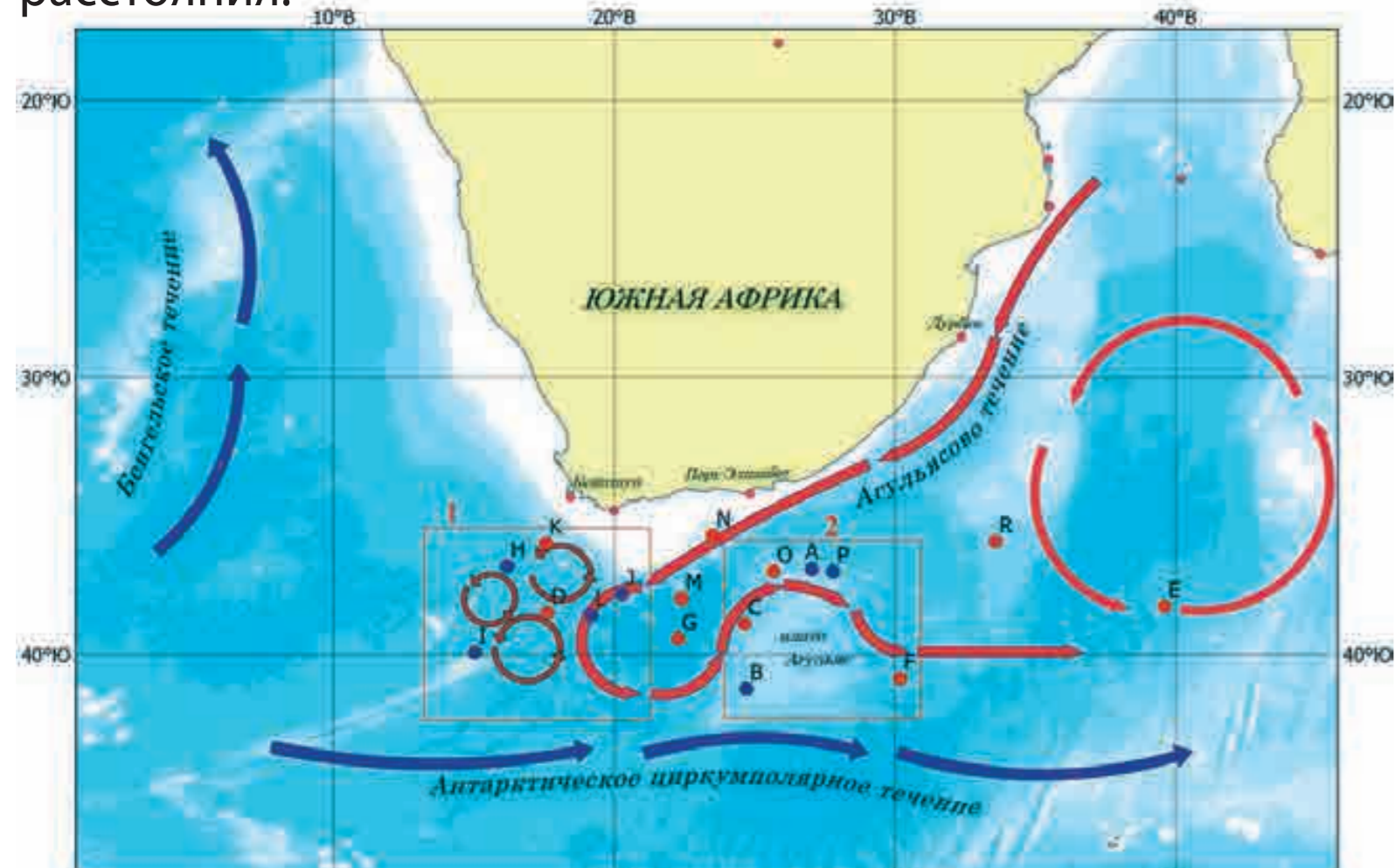


Рис.1. Система течений Агульяс. Цифрами отмечены основные районы вихреобразования: 1 - район «Agulhas Retroflexion», 2 - район Плато Агульяс.

В данной работе рассматриваются мезомасштабные вихри, обусловленные неустойчивостью течения Агульяс. Здесь мезомасштабные вихри могут как зарождаться, так и дрейфовать, а наблюдаемые вихри могут быть как рингами, оторвавшимися от течения Агульяс, так и более слабыми вихрями меньших размеров, включая вихри открытого океана.

В исследуемом районе происходит важнейший для глобального климатообразования перенос вод Индийского океана в Южную Атлантику. Явления Агульяс переноса оказывает существенное влияние на формирование Северо-Атлантической глубинной воды и, как следствие, на всю систему меридиональной Атлантической циркуляции.

Материалы и методы

В работе использовался массив значений аномалий уровня, доступный на портале «Copernicus Marine environment monitoring service».

Данные SLA представляют собой аномалии уровня относительно средней динамической топографии MDT. Таким образом, $SLA = ADT - MDT$, где ADT – абсолютная динамическая топография.

- Временной период: 1993-2017 гг.
- Пространственное разрешение данных : 0,25°
- Дискретность: 7 суток

Для отслеживания перемещения вихрей на протяжении всего их жизненного цикла использовался массив «Mesoscale Eddies in Altimeter Observations of SSH» Для создания этого массива применялся специально разработанный алгоритм идентификации вихрей, основанный на анализе альтиметрических снимков. Подробное описание автоматической процедуры идентификации вихрей приведено в работе (Chelton et al, 2011).

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 16-05-00452 и 17-05-00034.

Результаты

Всего за выбранную дату 15.12.2007 по картам аномалий уровня визуальным методом можно выделить 17 вихрей, что полностью подтверждается данными архива «Mesoscale Eddies in Altimeter Observations of SSH».

Наибольший интерес представляет антициклонический вихрь D, который можно охарактеризовать как ринг Агульяс течения, формирующийся за счет разделения мезомасштабного образования «Retroflexion loop» (рис. 2) на отдельные структуры.

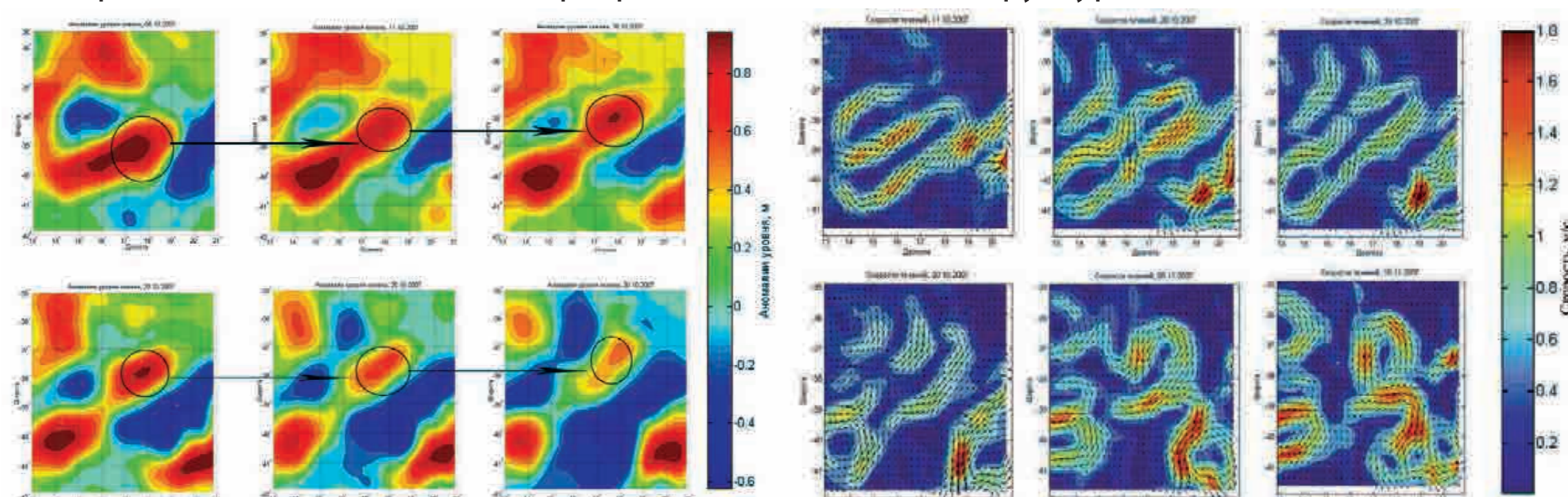


Рис.2. Карты аномалий уровня (слева) и геострофических течений (справа) на период формирования антициклонического вихря D

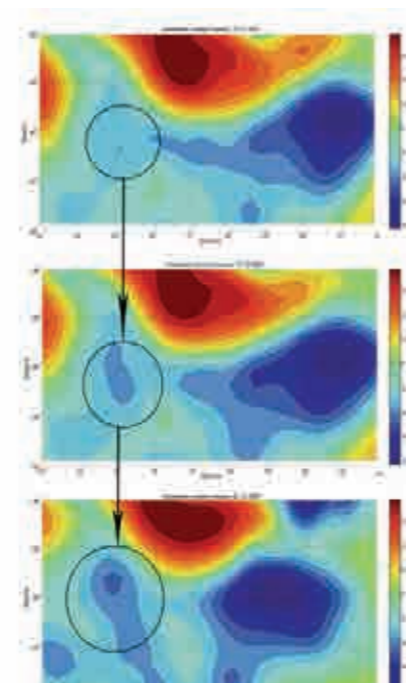


Рис.3. Циклонический вихрь I

Циклонические вихри с высокой относительной завихренностью (выше, чем параметр Кориолиса), могут разделяться на два и даже более количество «дочерних» вихрей. Дочерние циклонические вихри по сравнению с «родительскими» вихрями, как правило, обладают более коротким жизненным циклом, меньшей продолжительностью жизни и более низкими скоростями распространения. Примером такого рода вихря может служить циклонический вихрь I (рис.3). Подобное разделение вихрей является одной из самых распространенных причин образования циклонических вихрей в изучаемом регионе.

Детально проанализировав траектории каждого вихря, можно сделать вывод, что направление перемещения сильно зависит от региона их зарождения. Вихри, сформировавшиеся в районе «Agulhas Retroflexion», имеют преимущественно западное и северо-западное направление, их траектории имеют относительно простой вид, в то время как траектории вихрей, сформировавшихся в районе плато Агульяс, весьма хаотичны. В течение своего жизненного цикла подобные вихри часто резко меняют направление своего перемещения.

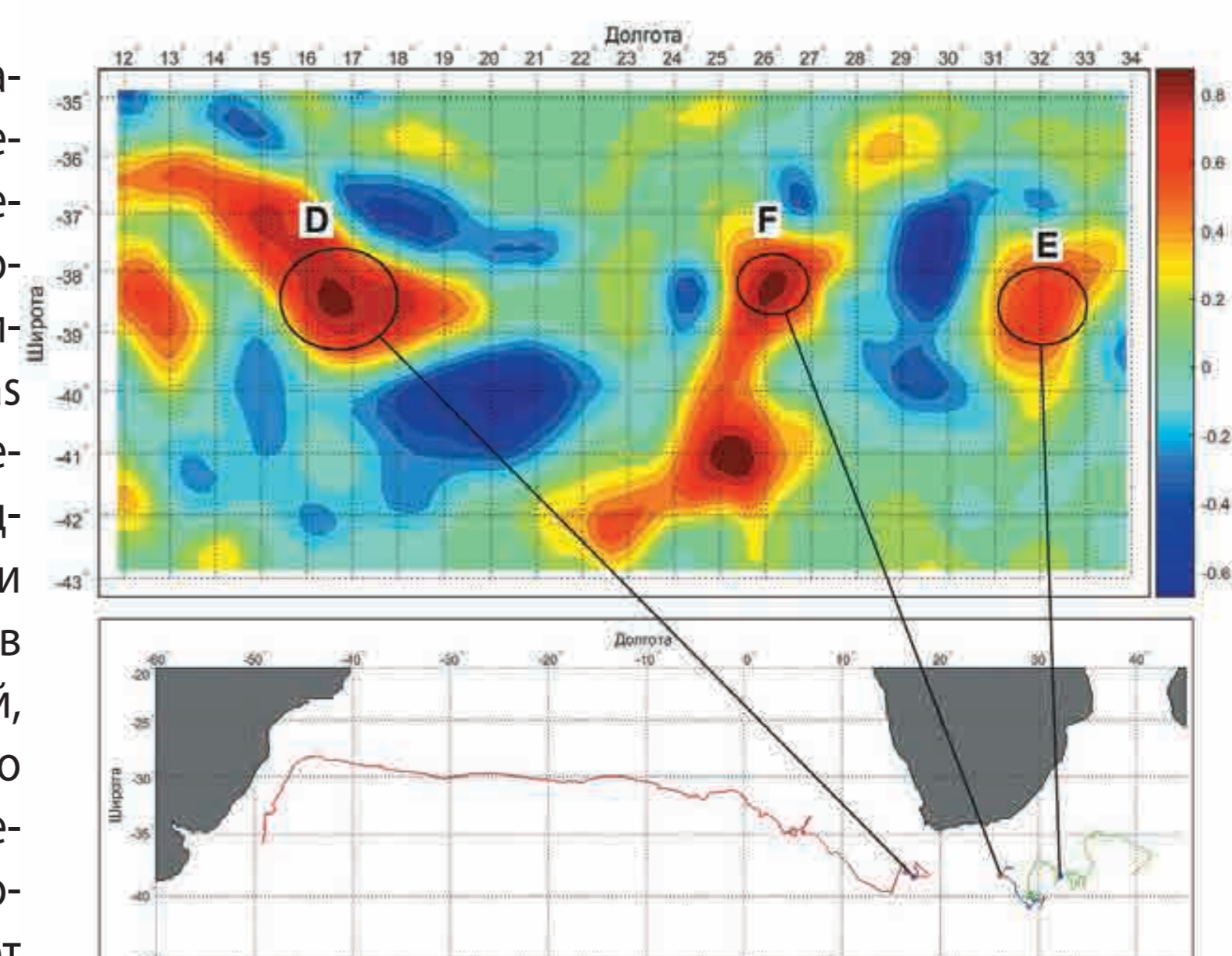


Рис. 4. Местоположение антициклонических вихрей D, E и F на карте аномалий уровня (вверху) на дату 15.12.2007 и их траектории (внизу).

Выводы

• В системе течений Агульяс можно выделить два основных района образования мезомасштабных вихрей: район «Agulhas Retroflexion» и район плато Агульяс. Траектория и направление перемещения для вихрей, сформировавшихся в каждом из этих районов, весьма различны.

• В системе течений Агульяс наблюдается повсеместное деление циклонических вихрей на более мелкие мезомасштабные структуры («дочерние» вихри). Данные процессы хорошо отслеживаются по картам аномалий уровня.

• Для абсолютно всех мезомасштабных структур, сформировавшихся в системе течений Агульяс, характерна сильная нелинейность. Среднее значение нелинейности для всех выделенных вихрей составляет 13.

• Из 17 выделенных в районе течения Агульяс мезомасштабных вихрей только три показали наиболее устойчивое распространение в западном направлении и только один вихрь покинул район наблюдения и переместился в центральную Атлантику.

• Метод, соединяющий в себе анализ массива данных, полученных на основе использования алгоритма автоматической идентификации вихрей, и построение карт аномалий уровня на выбранные даты, показал себя весьма эффективным при изучении мезомасштабных вихрей для выбранного района