

ВОЛНЫ РОССБИ В АНТАРКТИЧЕСКОМ ЦИРКУМПОЛЯРНОМ ТЕЧЕНИИ

Белоненко Т.В.¹, Гневых В. Г.², Кубряков А. А.³, Фролова А.В.¹

¹ – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, btvlisab@yandex.ru

² – Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

³ – Морской гидрофизический институт, Севастополь, Россия

Аннотация. Анализируется изменчивость уровня по данным спутниковой альтиметрии для региона, расположенного в Антарктическом циркумполярном течении (АЦТ). Применяется новая оригинальная нелинейная теория, в которой нелинейность в длинноволновом приближении в точности компенсирует доплеровский сдвиг. Это позволяет получить принципиально новое дисперсионное соотношение для волн Россби на струйном потоке. Новый теоретический подход верифицируется для волн Россби в АЦТ. Для области, расположенной в зоне АЦТ, проводится сравнение эмпирических скоростей, рассчитанных по альтиметрическим данным, и теоретических фазовых скоростей волн, определенных по нелинейному дисперсионному соотношению с использованием эквивалентного β -эффекта. Сравнение показывает, что полученное в рамках нелинейного подхода новое дисперсионное соотношение позволяет описать перемещение, как в западном, так и в восточном направлении, мезомасштабных вихрей в поле аномалий уровня, идентифицируемых, как волны Россби.

Ключевые слова: волны Россби, мезомасштабные вихри, струйное течение, Антарктическое циркумполярное течение, дисперсионное соотношение, нелинейная теория, альтиметрия

В последние годы наблюдавшийся прогресс в области дистанционного зондирования Земли способствовал развитию эмпирических представлений о волнах Россби в океане, которые проявляются в океане в виде мезомасштабных вихрей. Скорости перемещения мезомасштабных вихрей, в целом, неплохо согласуются с дисперсионными соотношениями бароклинных волн Россби, хотя при этом многие авторы замечают, что эмпирические скорости несколько превышают теоретические фазовые скорости, полученные в линейном приближении для гармонических волн. В области мощных струйных течений линейная теория не работает. Как показывают спутниковые наблюдения, в области АЦТ мезомасштабные вихри перемещаются не только западным, но и в восточном направлении, а само АЦТ является волноводом, в котором захватывается кинетическая энергия мезомасштабных вихрей.

Основная проблема описания взаимодействия волн Россби с АЦТ заключается в том, что предлагаемые теории исходят из предположения, что скорости среднего потока и волн сравнимы, а критический слой образуется лишь тогда, когда скорости становятся равны. Однако с развитием спутниковой альтиметрии и накопления данных появилась реальная возможность оценки этих скоростей. Оказалось, что скорости АЦТ значительно превышают скорости волн Россби, характерные для этих широт. Это обстоятельство делает непригодными ранее выдвинутые теории описания волн Россби на течении, в которых скорости течения и волн принимались сравнимыми или равными по величинам. В данном исследовании мы предлагаем новый подход, который свободен от подобного рода ограничений. Новое дисперсионное уравнение мы проверяем при помощи данных спутниковой альтиметрии для области, расположенной в зоне АЦТ (рис. 1). Предложенная нелинейная теория может быть применена для других областей Мирового океана.

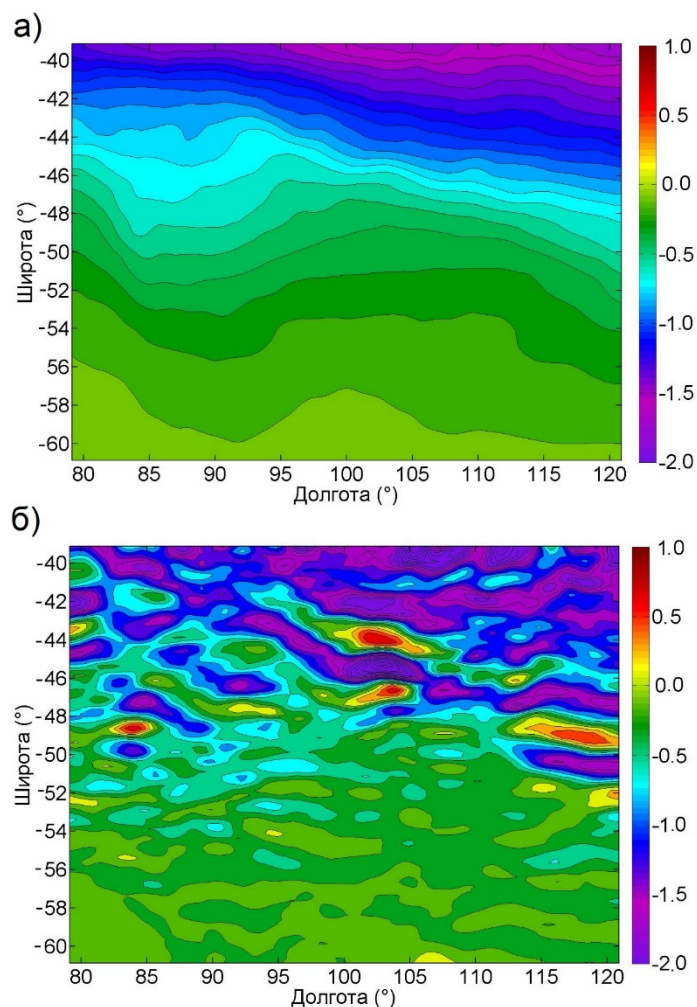


Рис. 1. Фазовые скорости (см/с), рассчитанные в длинноволновом приближении по формулам: (а) классическое дисперсионное соотношение и (б) по нелинейной теории.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-05-00034.

ROSSBY WAVES IN THE ANTARCTIC CIRCUMPOLAR CURRENT

Belonenko T.V.¹, Gnevyshev V. D.², Kubryakov A.A.³, Frolova A.V.¹

¹ – St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, btvlisab@yandex.ru

² – Institute of Oceanology RAS. P.P. Shirshov, Moscow, Russia

³ – Marine Hydrophysical Institute, Sevastopol, Russia

Abstract. We analyze the variability of the level according to satellite altimetry data for a region located in the Antarctic Circumpolar Current (ACC). We apply a new original nonlinear theory, in which nonlinearity in the long-wave approximation exactly compensates the Doppler shift. This makes it possible to obtain a fundamentally new dispersion relation for Rossby waves on a jet stream. We verify a new theoretical approach for the Rossby waves in the ACC. For the region located in the ACC zone, empirical velocities calculated from the altimetry data and theoretical phase velocities of the waves determined from the nonlinear dispersion relation using the equivalent β -effect are compared. The comparison shows that the new dispersion relation obtained in the framework of the nonlinear approach allows us to describe the movement, both in the western and in the eastern direction, of mesoscale eddies in the field of level anomalies identified as Rossby waves.

Key words: Rossby waves, mesoscale eddies, jet current, Antarctic circumpolar current, dispersion relation, nonlinear theory, altimetry.