



Топографический эффект для волн Россби на сдвиговом потоке

Фролова А.В.¹

Белоненко Т.В.¹

Гневышев В.Г.²

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

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

Введение

В работе проводится сравнительный анализ влияния топографии, β -эффекта и градиента изменчивости фонового течения на распространение баротропных топографических волн Россби. Новизна настоящего исследования заключается в том, что здесь рассматриваются незональное сдвиговое течение и незональные топографические изменения.



Данные

1. Топография дна:

The General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO)

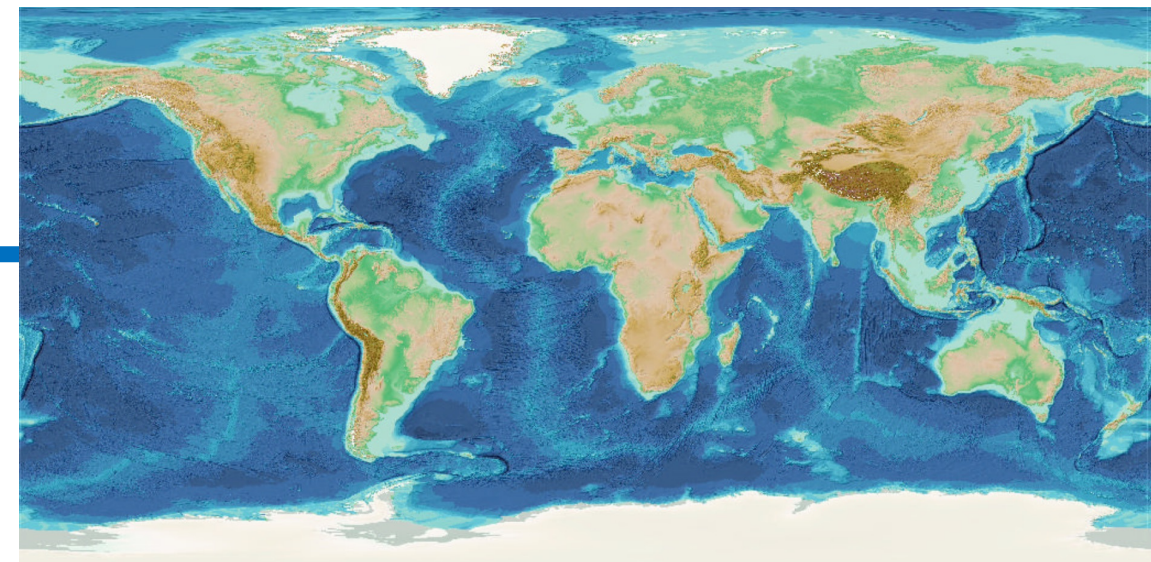


Рис.1. Донная топография (GEBCO)

2. Скорости:

GLORYS12v1

Период: 1.01.2018-31.12.2018 (1 год)

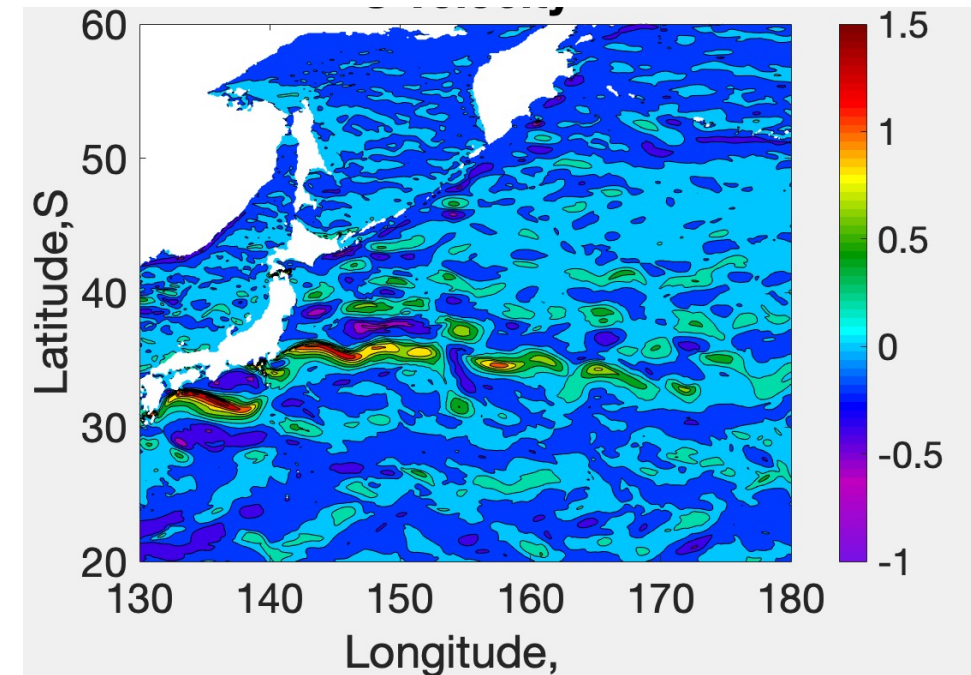


Рис.2. Скорости (GLORYS)

Район исследования

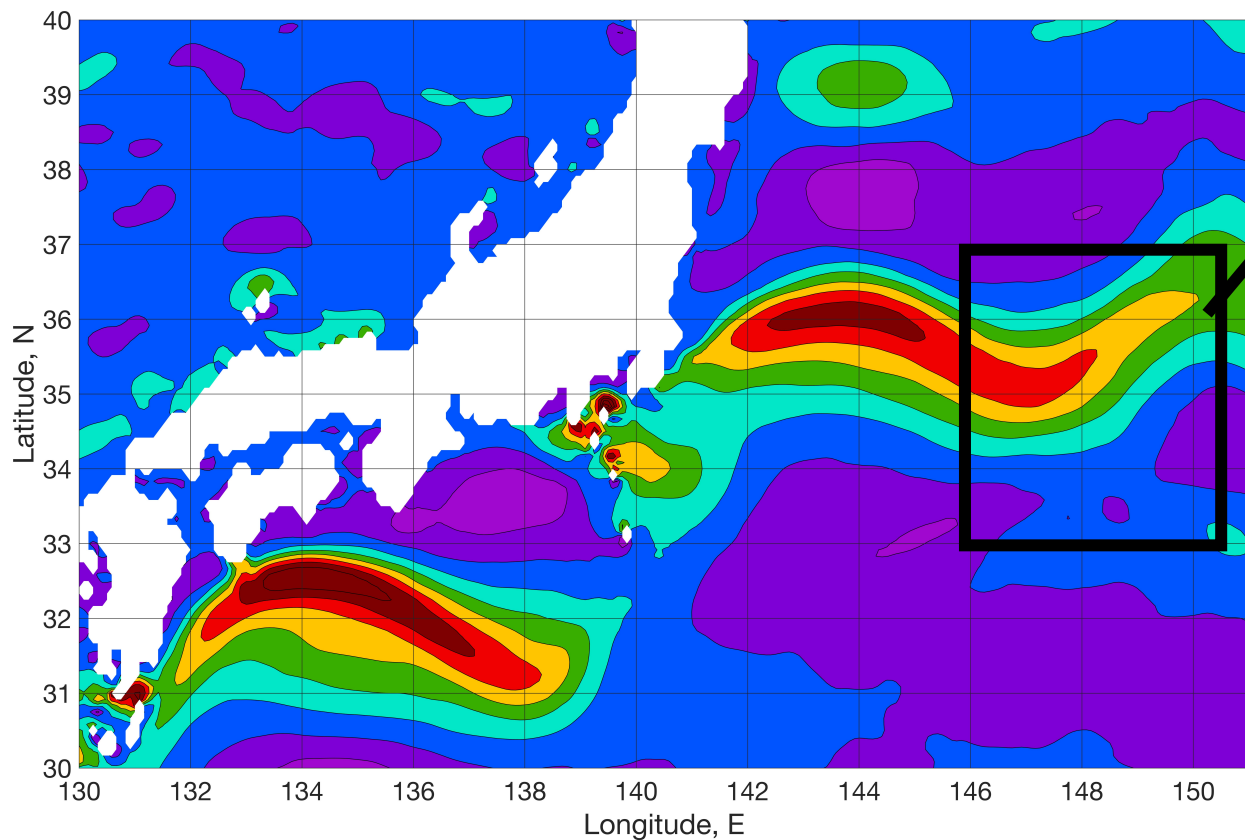


Рис.3. Скорости течения

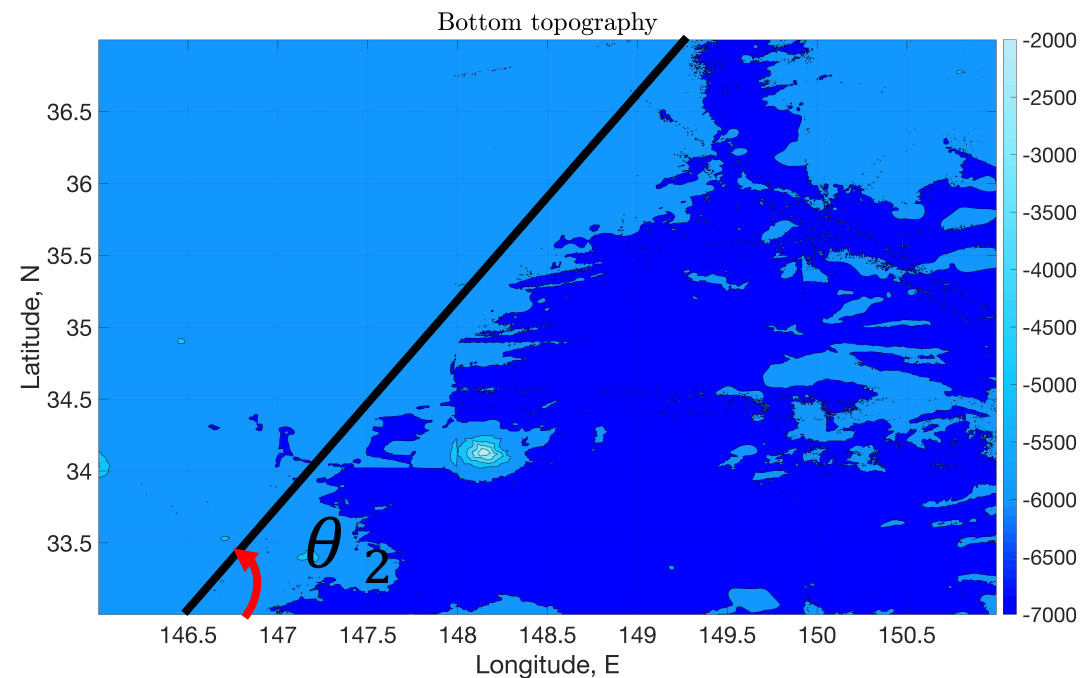
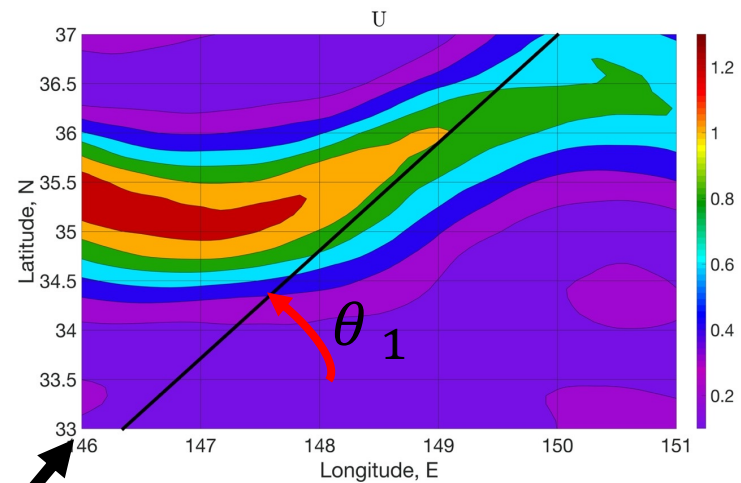


Рис.4. Донная топография района

$$\theta_1 = \theta_2 = 55^\circ$$

Для сравнительного анализа была использована формула из дисперсионного соотношения для нелинейных волн Россби (ВКБ-приближение) в зональном потоке:

$$c^* = \frac{\omega}{k} = \frac{-\left(\beta - U_{yy} - \frac{f H_y}{H} + \frac{H_y U_y}{H}\right)}{k^2 + l^2} + U$$

где

$$\beta^* = \beta - U''_{yy} - \frac{f H'_y}{H} + \frac{U'_y H'_y}{H}$$

U, V – зональная и меридиональная компонента скорости

(Gnevyshev et al., 2019)

Течение в нашем районе исследования является незональным, поэтому необходимо трансформировать формулу для незонального случая. Для этого используем матрицу поворота и новую систему координат:

$$\beta^* = \beta - U''_{yy} - \frac{f H'_y}{H} + \frac{U'_y H'_y}{H}$$

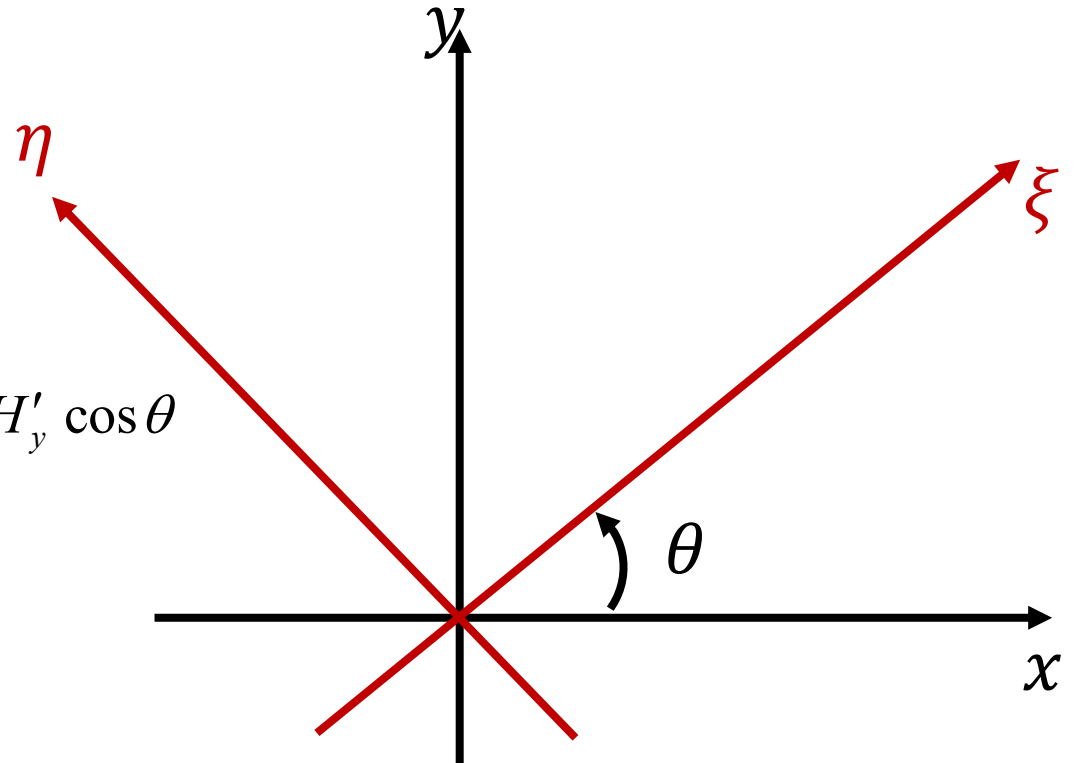
$$\begin{aligned} x &= \xi * \cos\theta - \eta * \sin\theta \\ y &= \xi * \sin\theta + \eta * \cos\theta \end{aligned}$$

$$U'_\eta = -U'_x \sin\theta + U'_y \cos\theta$$

$$H'_\eta = H'_x x'_\eta + H'_y y'_\eta = H'_x (-\sin\theta) + H'_y \cos\theta = -H'_x \sin\theta + H'_y \cos\theta$$

$$\beta^* = \beta \cos\theta - U''_{\eta\eta} - \frac{f H'_\eta}{H} + \frac{U'_\eta H'_\eta}{H}$$

Матрица поворота: $R = \begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$



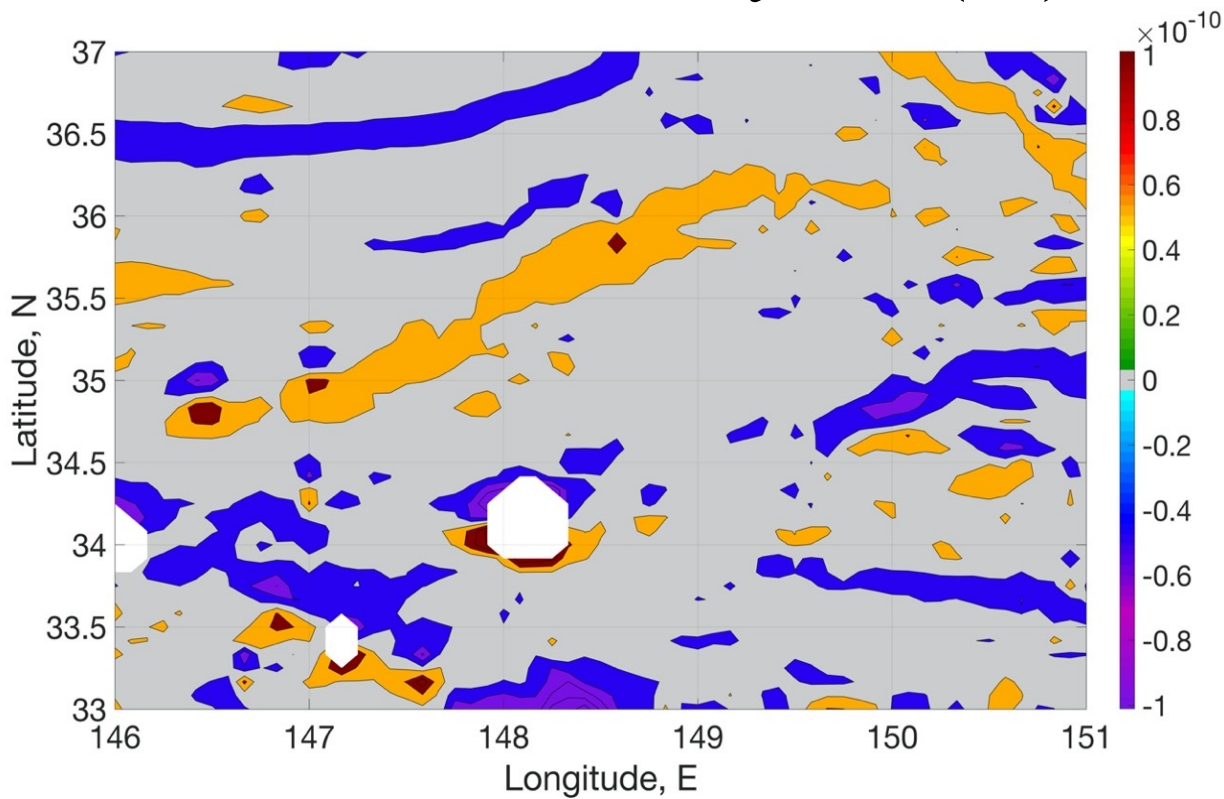
Результаты



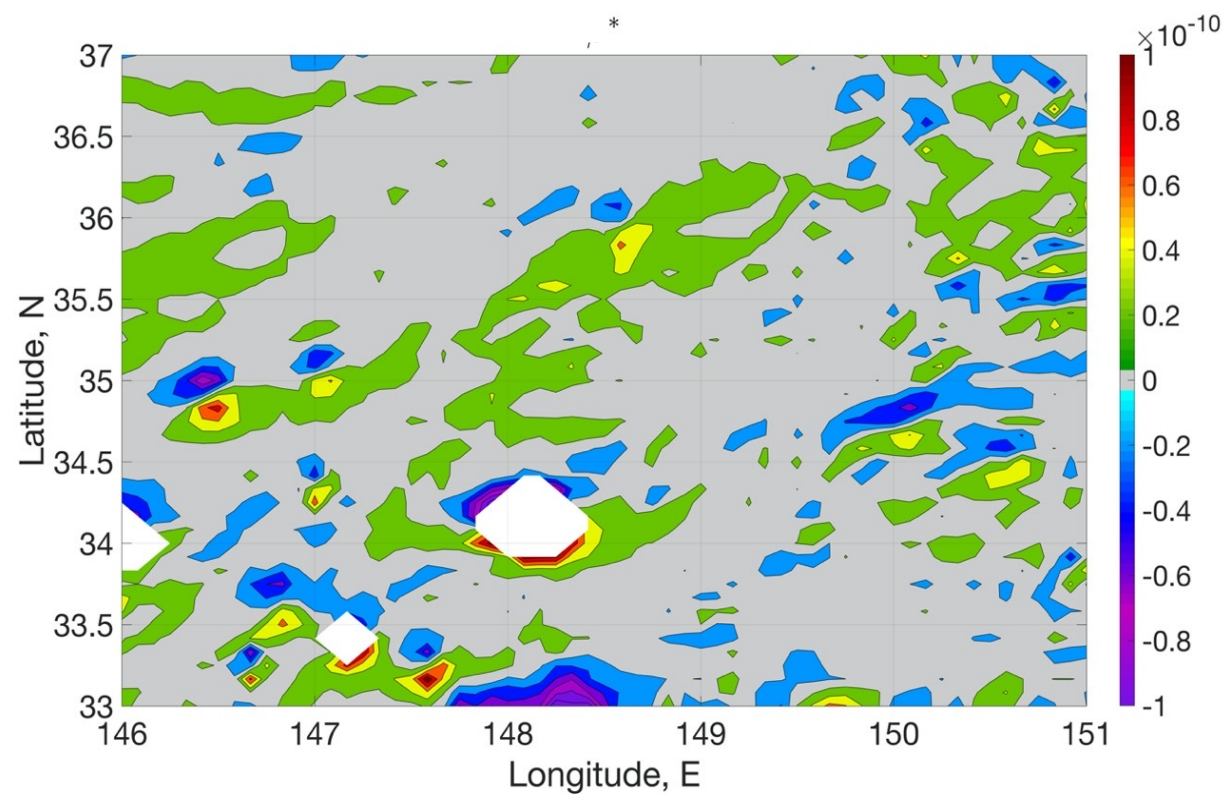
β^*



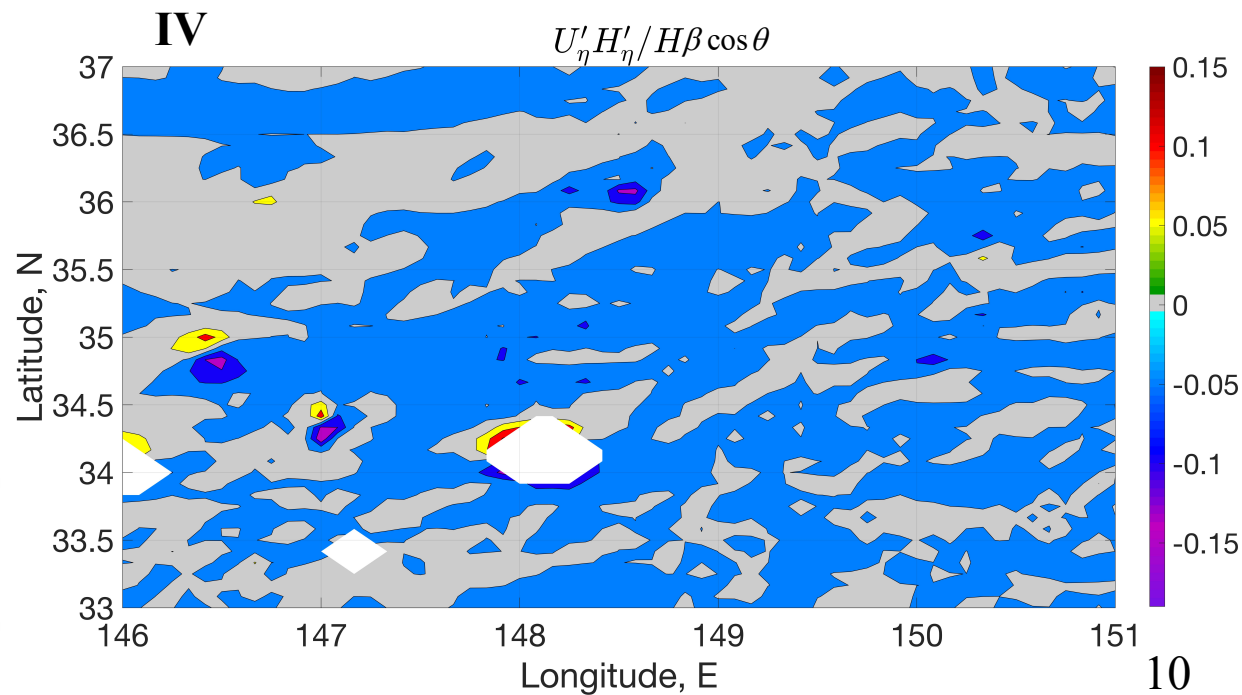
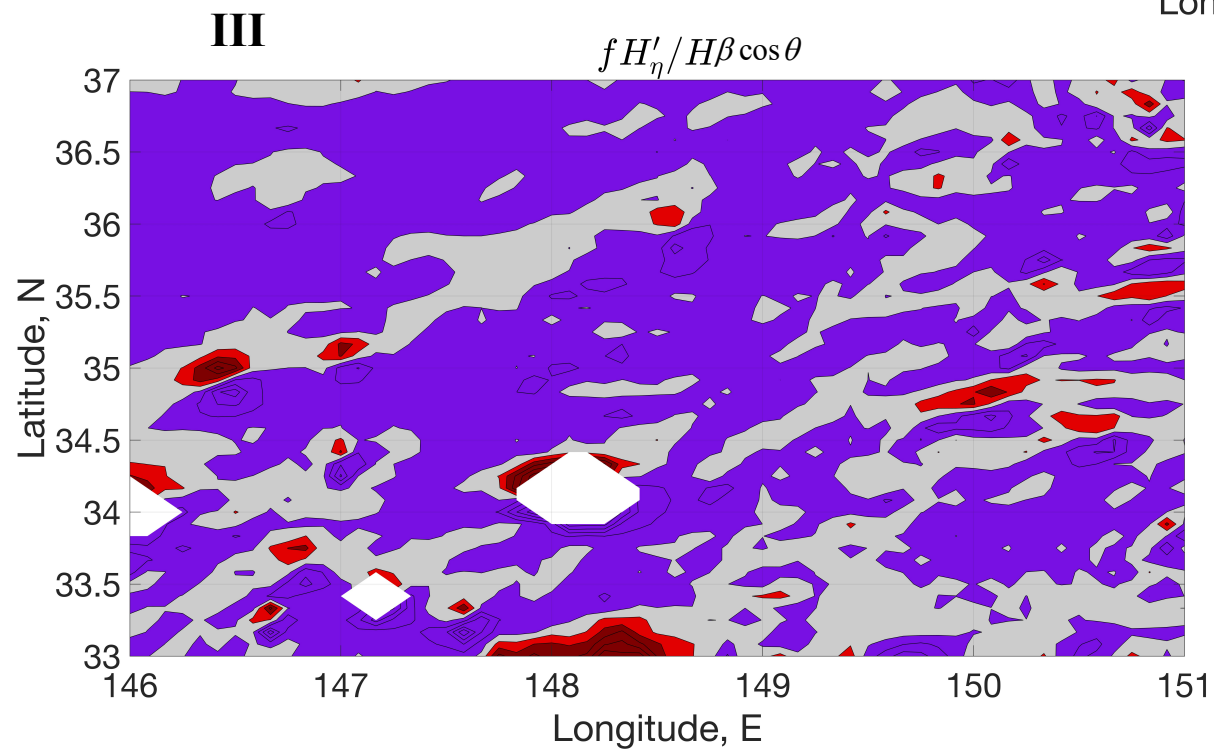
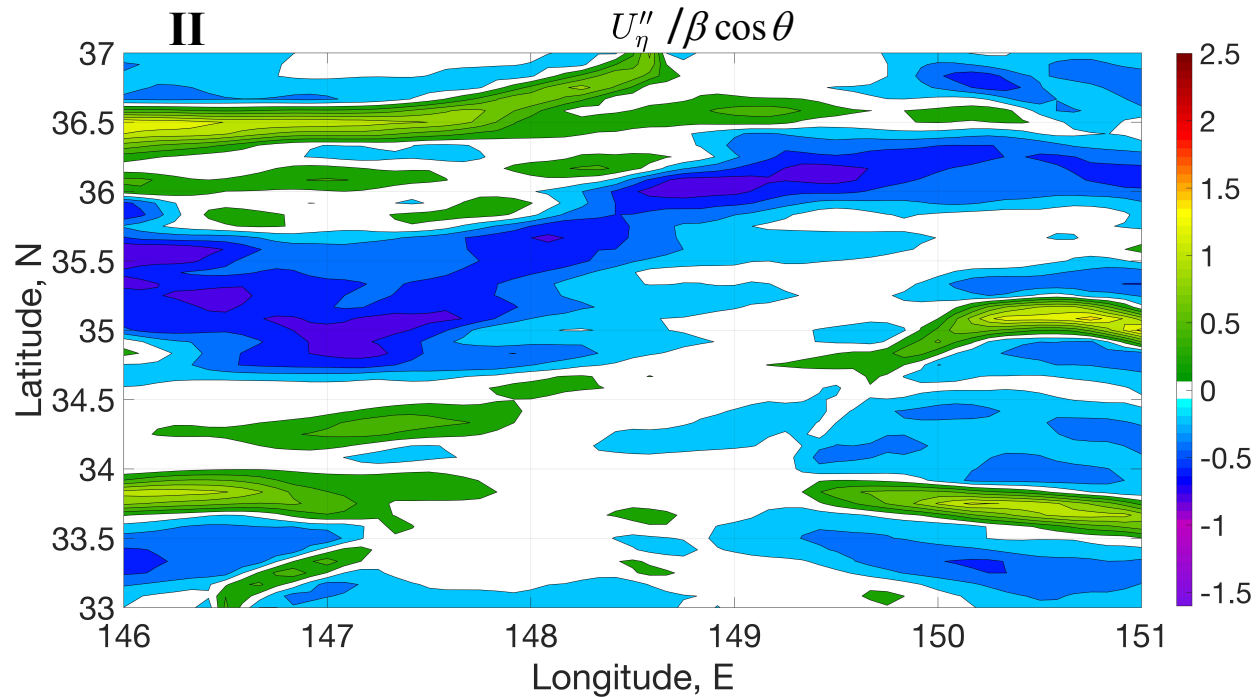
Зональный случай (0°)



Незональный случай (55°)



$$\frac{1}{\beta \cos \theta}$$



Выводы

- Классические изолинии f / H остаются доминирующими ($\frac{f H'_\eta}{H}$), хотя другие члены также могут влиять на волны Россби
- Незональные течения увеличивают β – эффект севернее основного потока и уменьшают его южнее (в северном полушарии).
- Совместное влияние вращения земли и донной топографии ($\frac{f H'_\eta}{H}$) увеличивает β -эффект в районе исследования, а совместное влияние сдвигового потока и рельефа ($\frac{U'_\eta H'_\eta}{H}$) немного уменьшает его.