

# Течения в океане

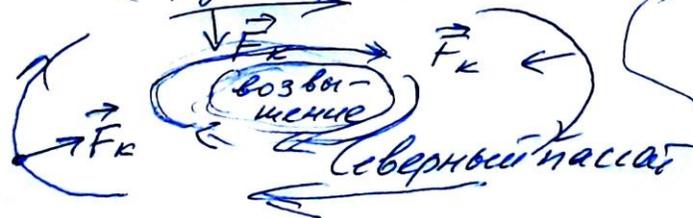
Квазистационарные течения планетарного масштаба.

Основные океанические круговороты

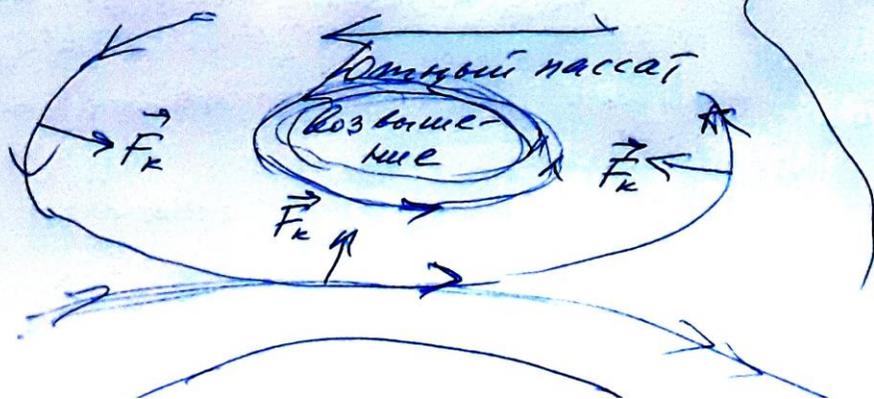
Основную роль в формировании океанических круговоротов играют преобладающие ветры (особое значение имеют Северный и Южный пассаты), дрейфовый и градиентный механизмы. + деформация материков.

Атлантический океан

(Азорский круговорот)  
(круговорот св. Елены)



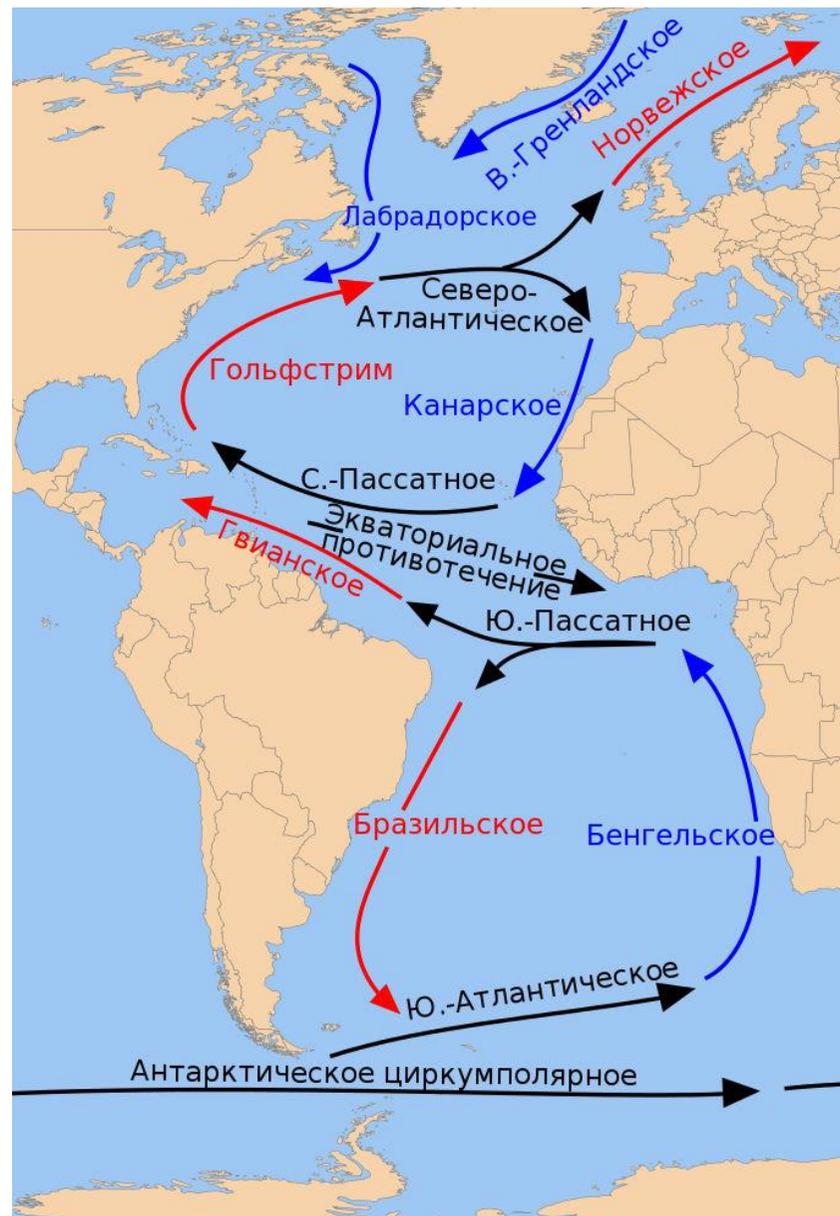
период  
круговорота  
~ 4-5 лет



## АТЛАНТИЧЕСКИЙ ОКЕАН

Азорский круговорот (северное полушарие)

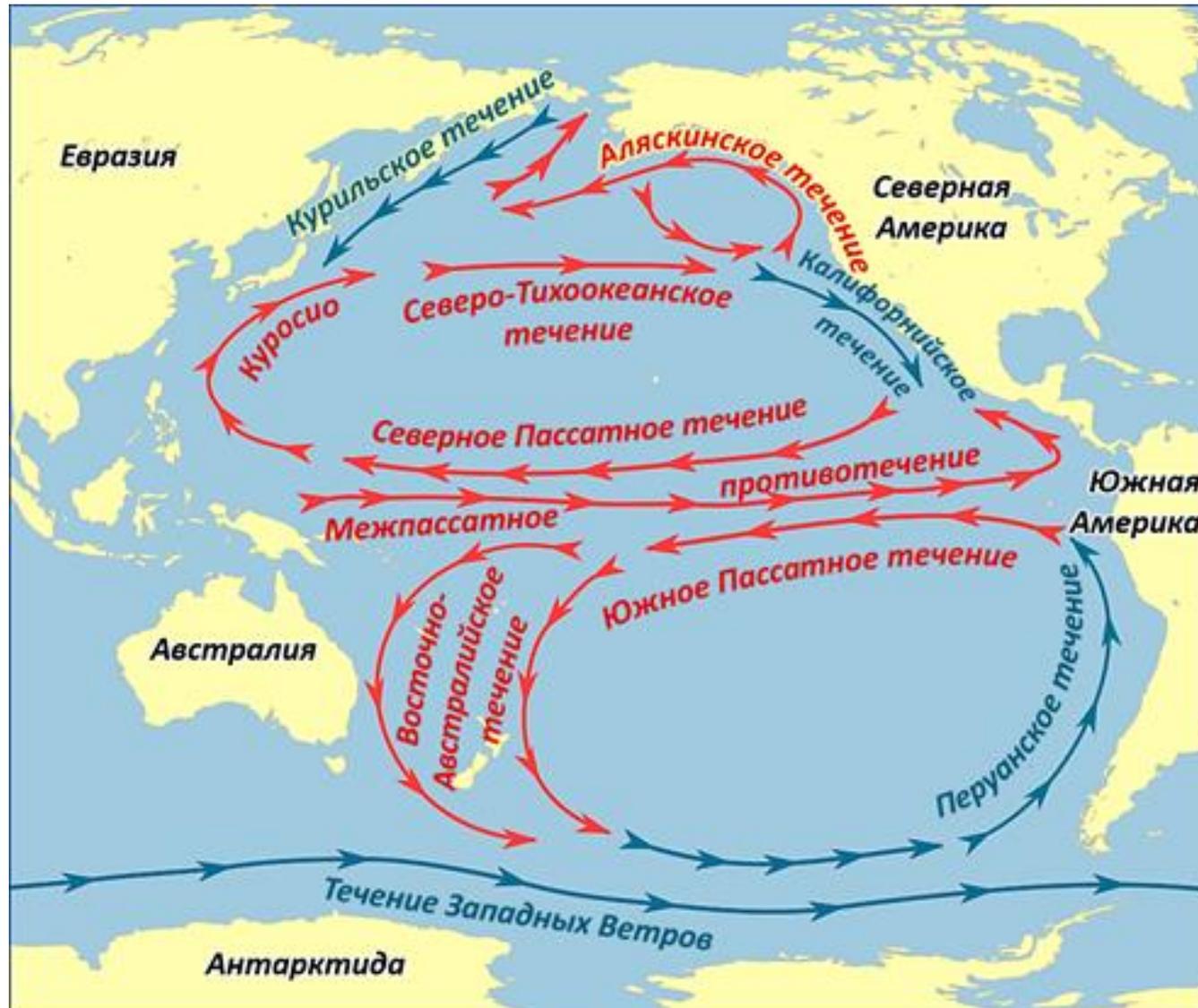
Круговорот св. Елены (южное полушарие)



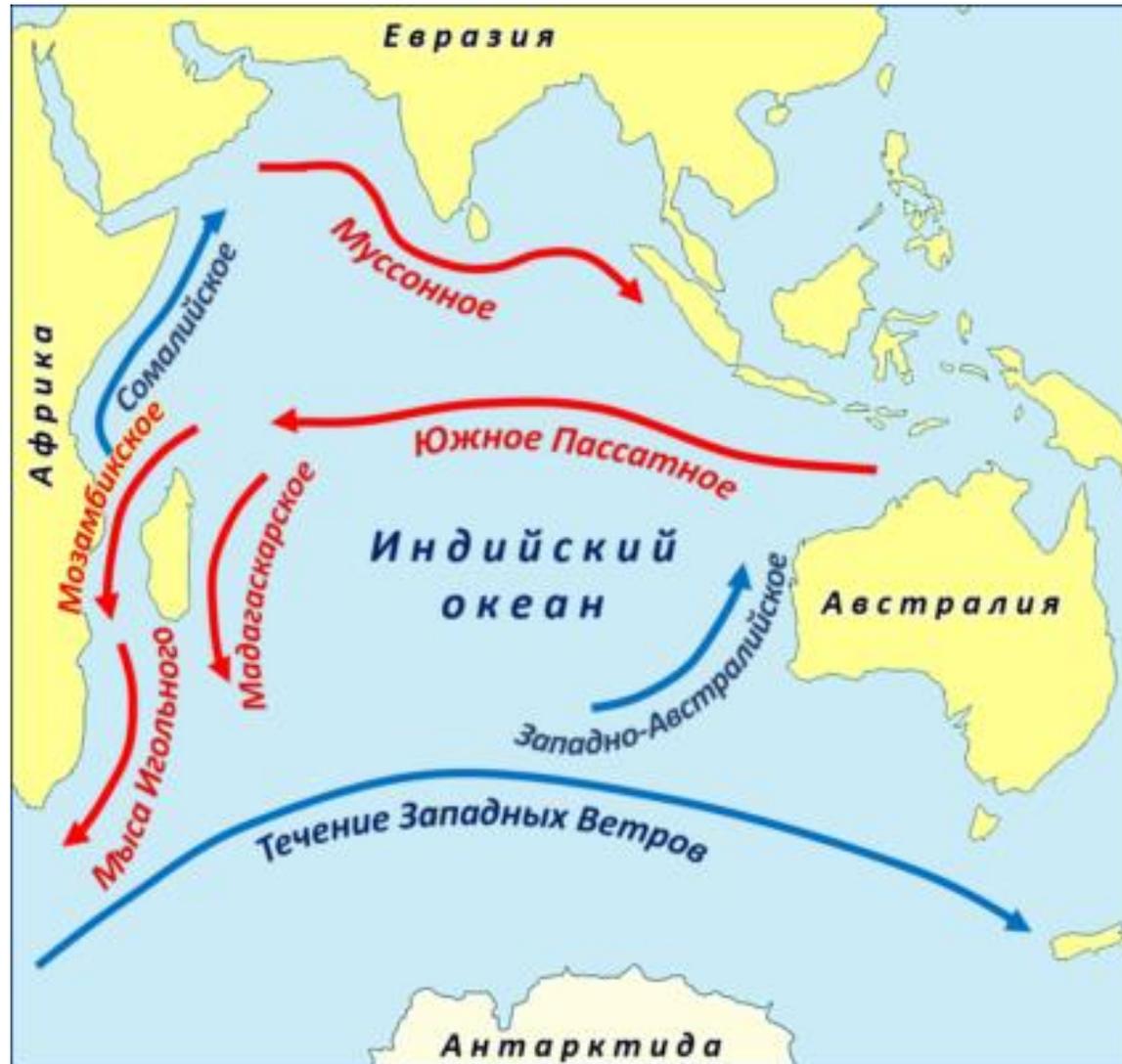
# ТИХИЙ ОКЕАН

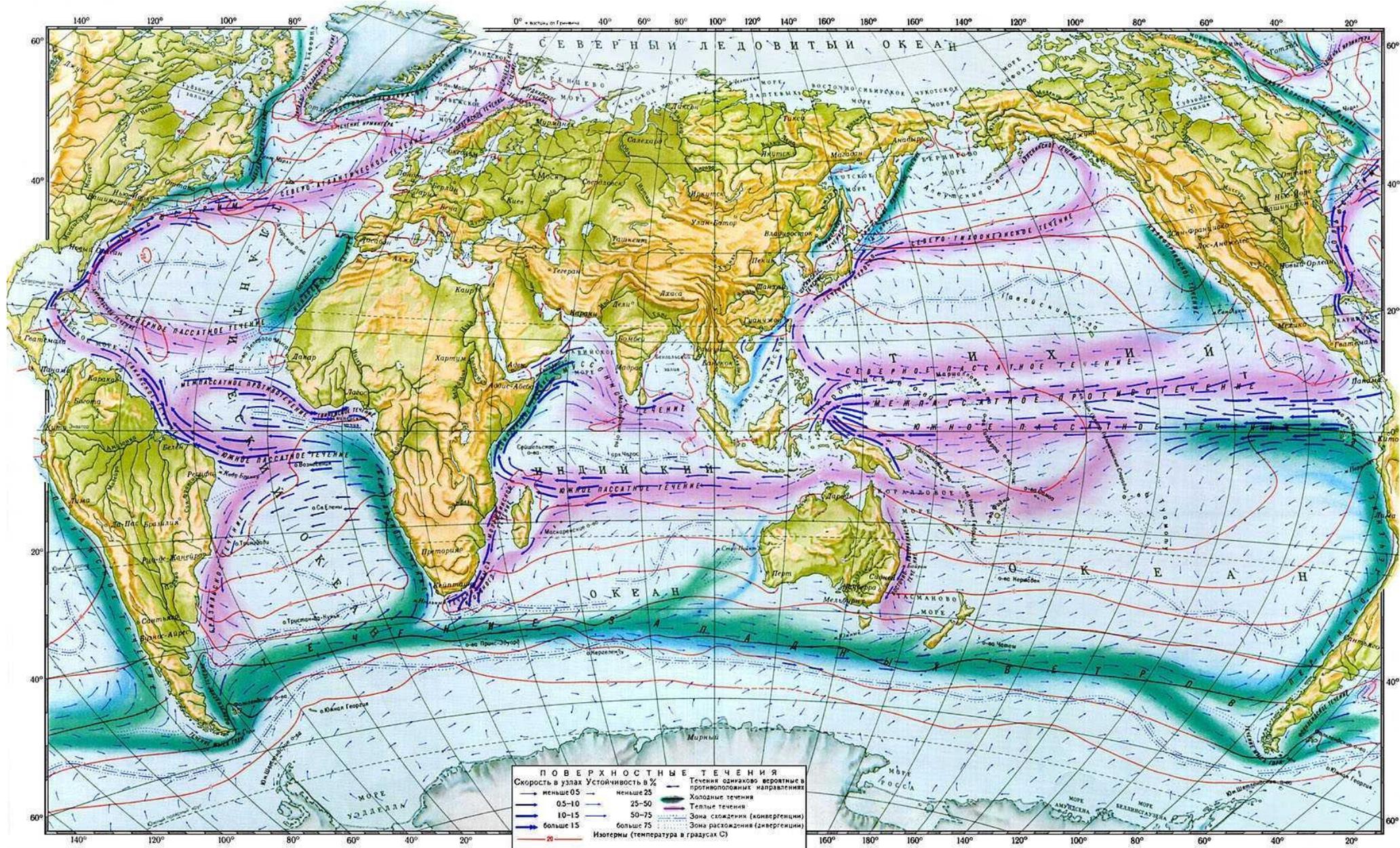
Гонолульский круговорот (северное полушарие)

Южно-Тихоокеанский (южное полушарие)

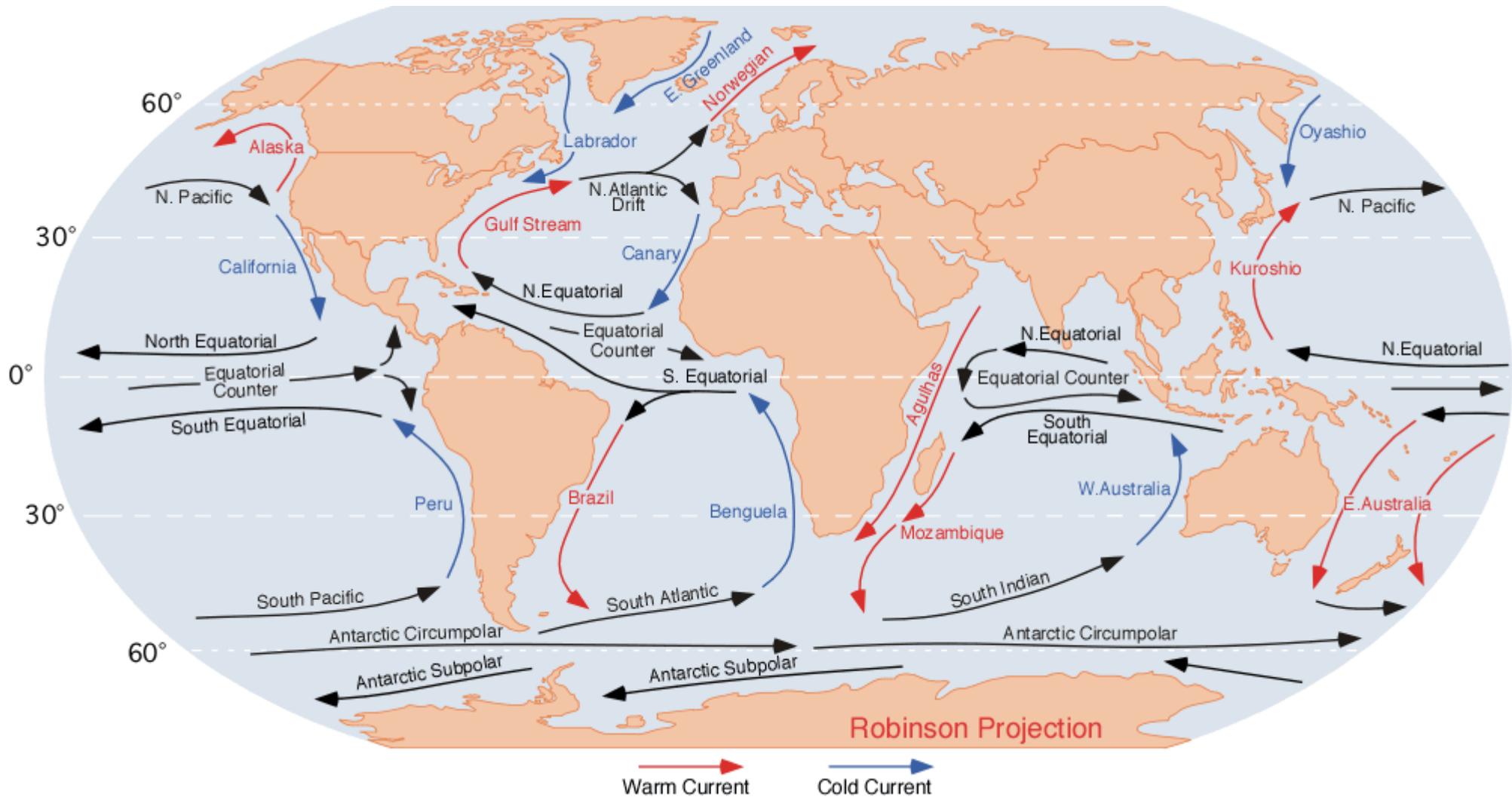


ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН  
Круговорот св. Маврикия (южное полушарие)





800 0 800 1600 2400 3200 4000 км



## Эффект западной интенсификации течений

Центры основных горизонтальных круговоротов вод смещены к западным берегам океанов. В западных частях океанов (Атлантическом, Тихом) перенос вод в северном направлении имеет вид устойчивого потока (струйное течение). В центральных и восточных частях океанов движение вод к югу (в северном полушарии) имеет характер рассеянного по большому пространству переноса, в котором скорости течений невелики и изменчивы.

NB! Три эти центры атмосферной циркуляции (стационарных тропических антициклонов) в среднем смещены от центра океана к восточным его берегам.

Западная интенсификация течений — результат  $\beta$ -эффекта, т.е. изменения параметра Кориолиса с широтой.

$f = 2\omega \sin\varphi$  — параметр Кориолиса ( $\omega$  — частота вращения Земли,  $\varphi$  — географическая широта)

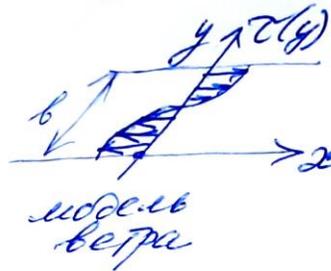
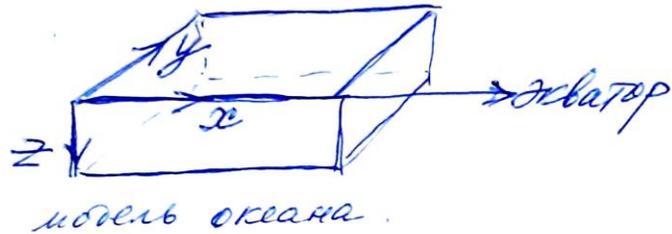
Если ввести декартовы координаты вместо сферических, то уравнения геофизической гидродинамики существенно упрощаются. Но надо учесть вращение Земли и неравномерность изменения силы Кориолиса с широтой.

→ приближение  $\beta$ -плоскости.

$f(y) = f_0 + \beta y$ ;  $\frac{\partial f}{\partial y} = \beta \leftarrow \beta\text{-эффект}$   
(линеаризация параметра Кориолиса).



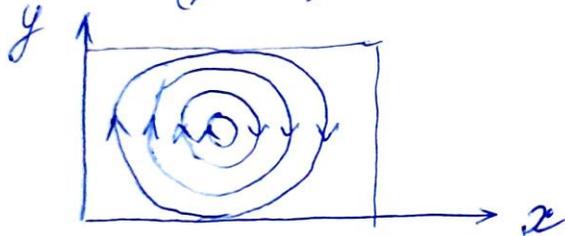
# Модель Стомелла (Stommel)



$$\tau(y) = -A \cos\left(\frac{\pi}{\delta} y\right)$$

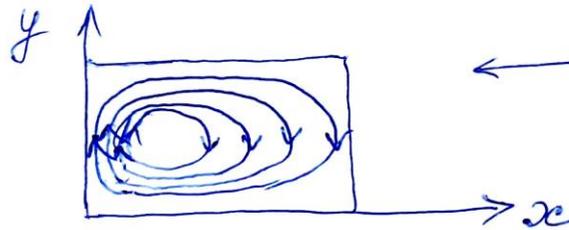
напряжение трения  
ветра о воду

Случай равномерно  
вращающегося океана  
( $\beta = 0$ )



симметричное  
распределение течений

Циркуляция с учётом  
 $\beta$ -эффекта



← западная  
интенсификация  
течений

Результат  $\beta$ -эффекта: вблизи экватора  
перенос вод на север значительно слабее,  
там перенос вод на юг в северных частях  
океана, это компенсируется западной  
интенсификацией течений.

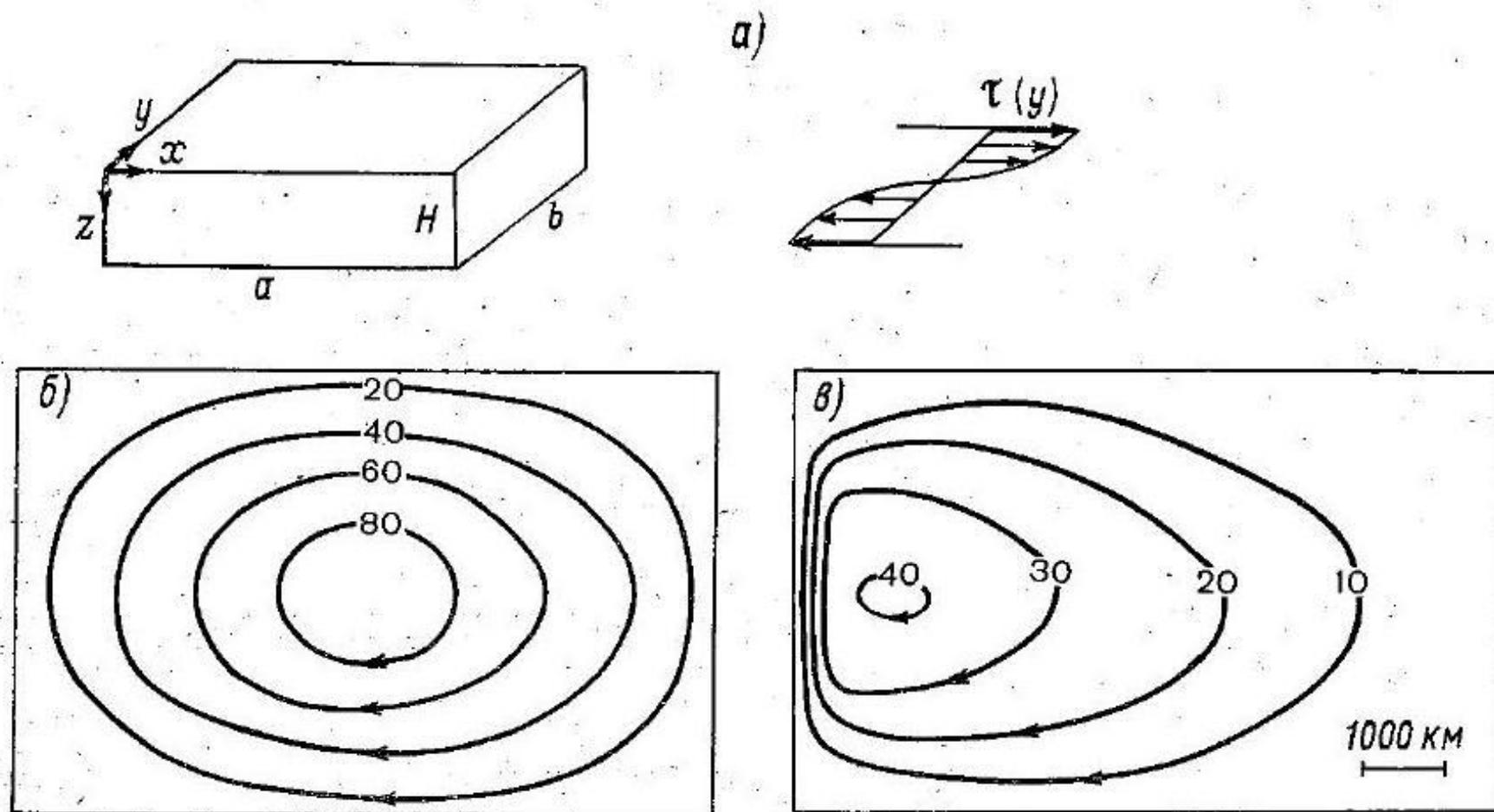
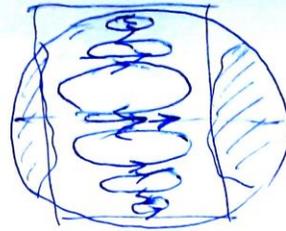


Рис. 1.7. Интегральная циркуляция в однородном океане постоянной глубины.

$a$  — модель океана и распределение напряжения ветра; б — циркуляция в равномерно вращающемся океане; в — циркуляция с учетом бета-эффекта.

Манк (Munk) угёл более реальное распределение ветра над океаном и более реальную модель турбулентного трения в поверхностном слое  
 → получил 3 круговорота

Модель Манка  
 в целом соответствует  
 реальной ситуации.



### Примечание

На юге нет мощных струйных высокоскоростных течений, как на севере, поскольку килевая динамическая поверхность (поверхность нулевых скоростей) быстро уходит к югу вглубь, и течение, расширяясь вглубь, теряет скорость.

### Мощность океанических течений

$$1 \text{ Свердруп} = 1 \text{ Sv} = 1 \frac{\text{млн м}^3}{\text{с}} \approx 32 \text{ тыс. } \frac{\text{км}^3}{\text{год}}$$

$$(\text{весь режой сток} \approx 38 \text{ тыс. } \frac{\text{км}^3}{\text{год}} \approx 1,2 \text{ Sv})$$

Гольфстрим 60-90 Sv  $V \approx 3 \text{ м/с}$

Куросо 40-50 Sv

Подповерхностное  
 экваториальное 30-50 Sv

Антарктическое циркулярное  
 (АЦТ, или течение Западных  
 Ветров) 180-200 Sv (от поверхности)  
 со дна