**1. Основные уравнения динамики и термодинамики морской водыб граничные условия**

1. Закон сохранения массы $\frac{\partial \rho}{\partial t} + div\,\rho\,\vec{v} = q_\rho$

2. Закон сохранения импульса $\rho\left(\frac{\partial v_k}{\partial t} + (\vec{v},\nabla)v_k\right) = F_k + \frac{\partial \sigma_{ki}}{\partial x_i}$

3. Закон сохранения энергии

*Закон сохранения полной энергии*

$$\rho\frac{d}{dt}\left(u + \frac{v^2}{2}\right) = \frac{\partial \sigma_{ij} v_i}{\partial x_j} + F_i v_i + div\left(\vec{Q}^e + \vec{Q}^{**}\right) + q^e + q^{**}$$

*Закон сохранения внутренней энергии*

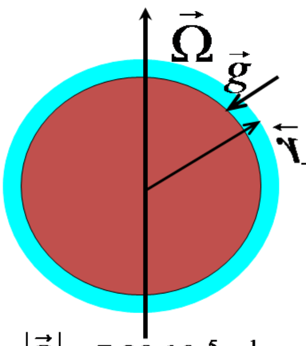
$$\rho\frac{du}{dt} = \sigma_{ij}\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + div\left(\vec{Q}^e + \vec{Q}^{**}\right) + q^e + q^{**}$$

4. Уравнение состояния морской воды

# Закон сохранения импульса

**Объемные силы**

$$\vec{F} = \rho\vec{g} - \rho\left[\vec{\Omega}\times\left[\vec{\Omega}\times\vec{r}\right]\right] - 2\rho\left[\vec{\Omega}\times\vec{v}\right]$$



*Сила тяжести*

$\vec{g} = 9.81 m/s^2$

*Центробежная сила*

$-\left[\vec{\Omega}\times\left[\vec{\Omega}\times\vec{r}\right]\right] = \left|\vec{\Omega}\right|^2\vec{r} = 0.03 m/s^2$

*Сила Кориолиса*

$-2\left[\vec{\Omega}\times\vec{v}\right]$

**Поверхностные силы**

$$\sigma_{ij} = -p\delta_{ij} + \mu\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)$$

$\left|\vec{\Omega}\right| = 7.29\cdot 10^{-5} c^{-1}$

$\left|\vec{r}\right| = 6.4\cdot 10^6 m$

# Закон сохранения энергии

$$\rho\frac{du}{dt} = \sigma_{ij}\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \mathrm{div}\left(\vec{Q}^e\right) + q^e$$

Внутренняя энергия $u = \int C_V(T)dT$

Поток тепла $\vec{Q}^e = -\kappa\nabla T$

$$\boxed{\rho C_V\frac{dT}{dt} = -p\,\mathrm{div}\,\vec{v} + \frac{\mu}{2}\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)^2 + \kappa\Delta T + q^e}$$

## Закон сохранения массы

Баланс соли $\boxed{\frac{dS}{dt} = K\Delta S + q_S}$

## Уравнение состояния $\boxed{\rho = \rho(p,S,T)}$

## Несжимаемая идеальная жидкость

$$\boxed{\frac{dT}{dt}=0;\frac{dS}{dt}=0;\rho=\rho(S,T)\rightarrow\frac{d\rho}{dt}=0}$$

Из закона сохранения массы $\boxed{\operatorname{div}\vec{v}=0}$

## Система уравнений гидро-термодинамики

$$\boxed{\frac{\partial\vec{v}}{\partial t}+(\vec{v},\nabla)\vec{v}+2\left[\vec{\Omega}\times\vec{v}\right]+\frac{1}{\rho}\nabla p=\nu\Delta\vec{v}+\vec{g}}$$

$$\boxed{\frac{\partial T}{\partial t}+(\vec{v},\nabla)T=0;}\quad\boxed{\frac{\partial S}{\partial t}+(\vec{v},\nabla)S=0;}$$

$$\boxed{\rho=\rho(S,T)}$$

$$\boxed{\operatorname{div}\vec{v}=0}$$

## Граничные условия

Условие непротекания на границе вода-воздух $z=\varsigma(\vec{r},t)$

$$\boxed{\left.\frac{\partial\varsigma}{\partial t}+\vec{v}\frac{\partial\varsigma}{\partial\vec{r}}=v_z\right|_{Z=\varsigma(\vec{r},t)}}$$

Непрерывность нормальных и тангенциальных напряжений

$$\boxed{\left.\left[p-\mu\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)n_i n_j\right]\right|_1^2=0}$$

$$\boxed{\left.\left[\mu\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\;n_j\tau_{1,2i}\right]\right|_1^2=0}$$