

Институт безопасности развития атомной энергетики РАН

Модель динамики Белого моря под действием атмосферного форсинга

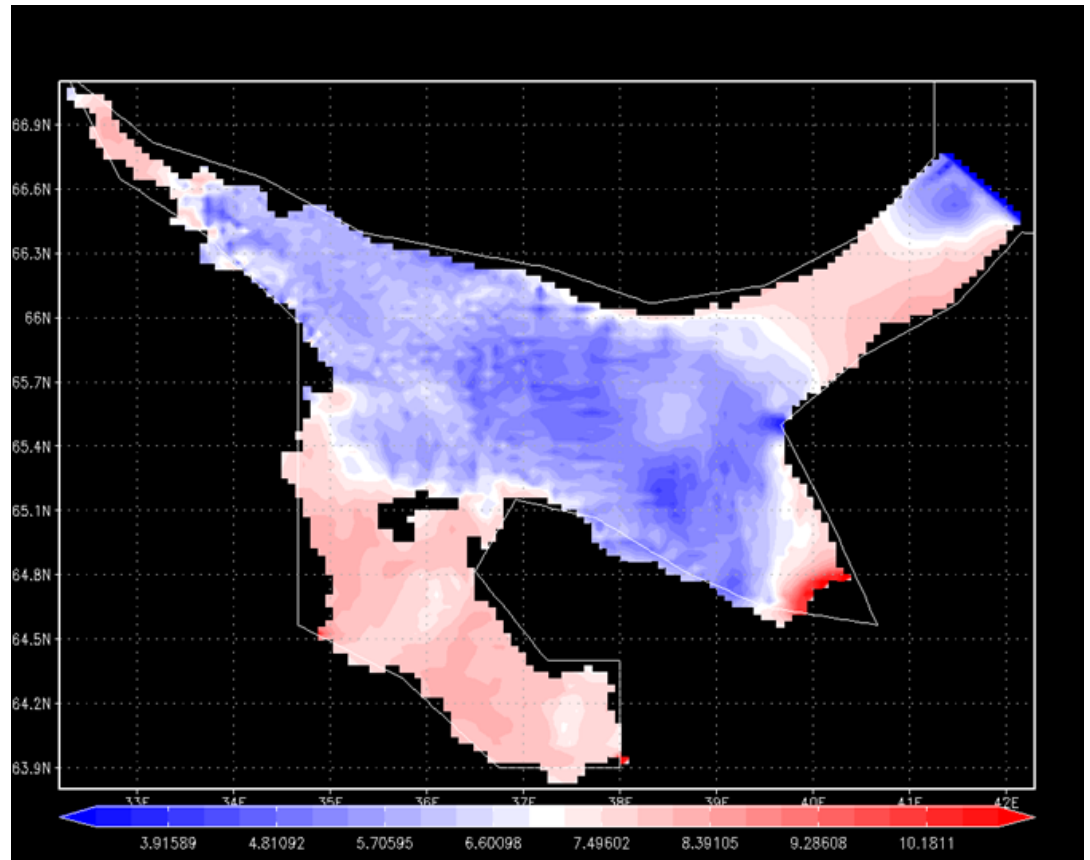
Докладчик: Оноприенко Владимир Александрович

vonopr@ya.ru

Звенигород-2017

Белое море

- окраинное
- замкнутое
- шельфовое
- переслоенное



Описание модели

- конечно-разностная схема
- сетка С Аракавы
- Z вертикальная координата
- расщепление по процессам
- неявная схема по времени
- блок усвоения данных
- параллельные вычисления

$$\begin{aligned}\frac{d\mathbf{u}}{dt} &= -f[\hat{\mathbf{z}} \times \mathbf{u}] + -\frac{1}{\rho_0}\nabla p + A_h\Delta\mathbf{u} + \frac{\partial}{\partial z}\left(A_z\frac{\partial\mathbf{u}}{\partial z}\right) \\ \frac{\partial p}{\partial z} &= \rho g \\ \nabla \cdot \mathbf{u} &= -\frac{\partial w}{\partial z} \\ \frac{dT}{dt} &= A_h^T\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(A_z^T\frac{\partial T}{\partial z}\right) \\ \frac{dS}{dt} &= A_h^S\left(\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(A_z^S\frac{\partial S}{\partial z}\right) \\ \rho &= \rho(T, s)\end{aligned}$$

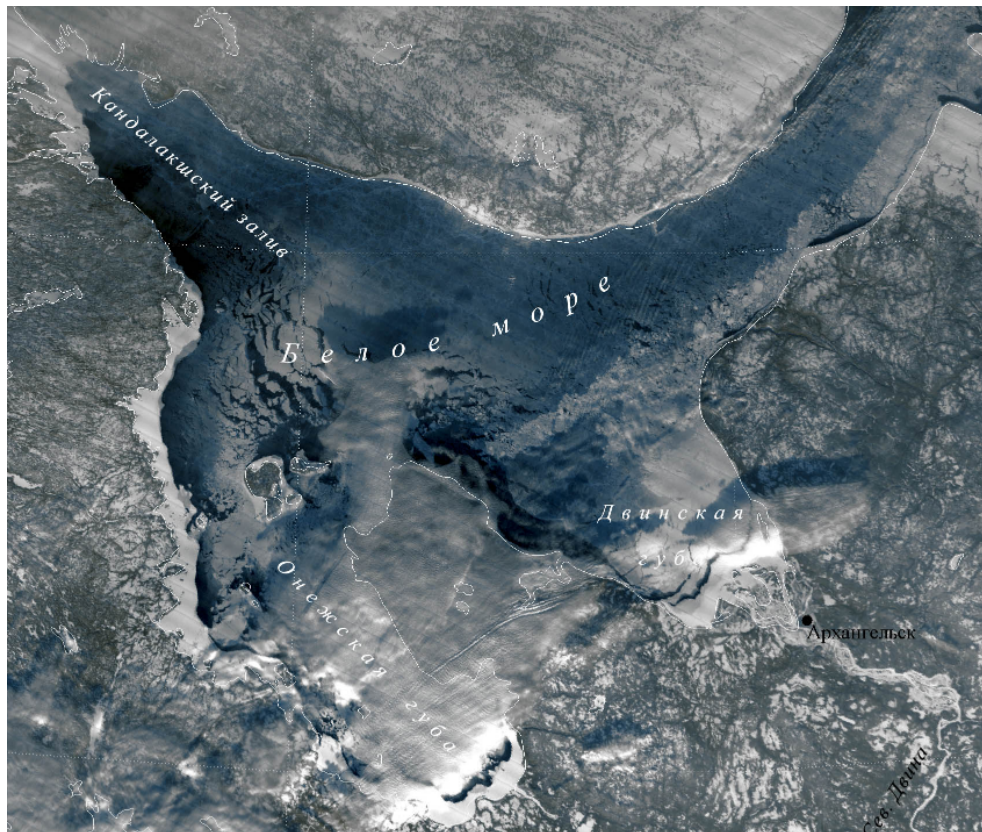
E. V. Semenov and M. L. Luneva, *Oceanographic Literature Review*, vol. 5, no. 44, p. 417, 1997.

Semenov E. V., Bulatov M. B. *Doklady Earth Sciences* 2010. – T. 432. – №. 1. – С. 710-714.

Semenov E. V., Mortikov E. V. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 2012, T. 48. – №. 1

Лёд в Белом море

- покрывает значительную площадь
- обменивается теплом с поверхностью воды
- предотвращает передачу импульса от атмосферы



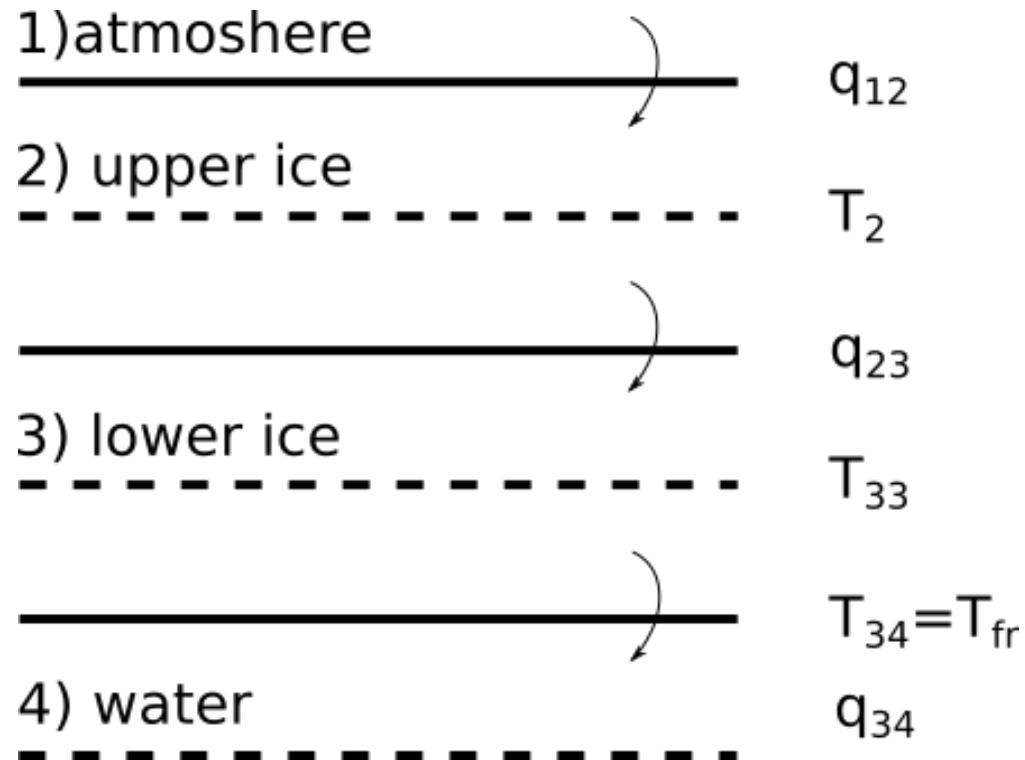
Термодинамика льда

$$\rho_i C_i \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} q$$

$$q_{12} = \rho_a C_a C_* |u| \frac{\partial T}{\partial z}$$

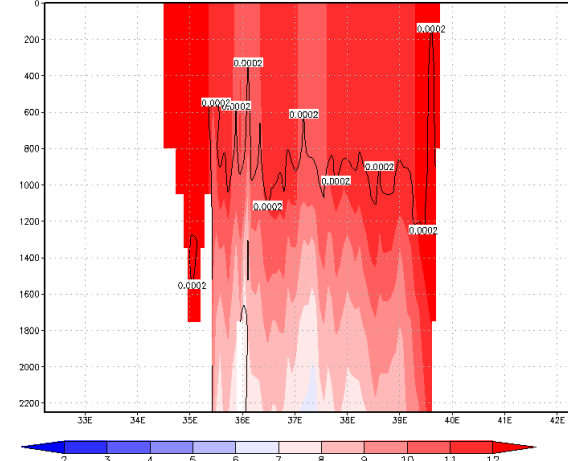
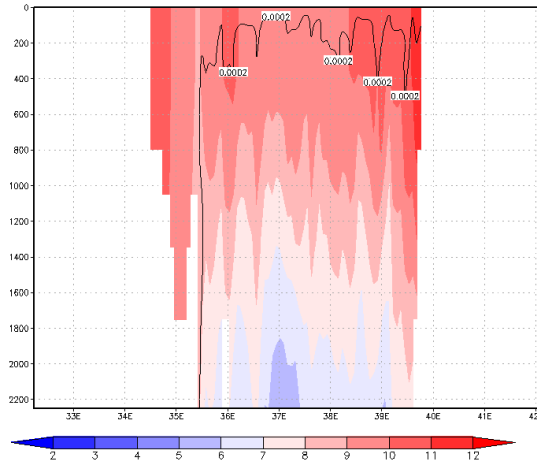
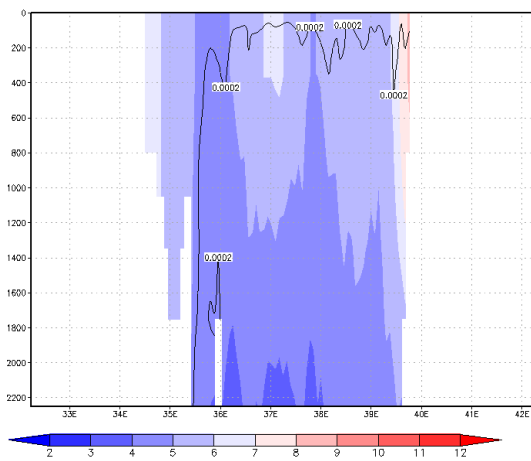
$$q_{23} = K_i \frac{\partial T}{\partial z}$$

$$q_{34} = \rho_w C_w u_* \frac{\partial T}{\partial z}$$



Сильное влияние прилива позволяет использовать простую модель льда

Численные эксперименты



Разрез температуры вдоль 65.7° с.ш.

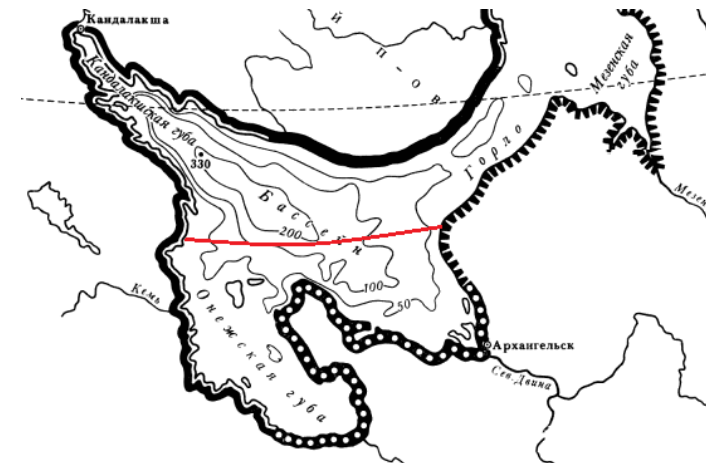
Ось X – долгота (° в.д.), Y – глубина (см)

Слева-направо:

нет ветра, климатически средний ветер,
ветер x8.

Чёрной линией отмечена граница
перемешанного слоя

Направление ветра: с Юга на Север



Заключение

Задача – разработка версия модели Белого моря для оперативного прогноза:

- подбор параметров ледовой модели
- увеличение разрешения
- включение ледового блока в параллельную версию

Сделано:

- простая ледовая модель
- импорт кромки льда из Copernicus
- использование актуальных полей давления и температуры по SYNOP-сводкам