



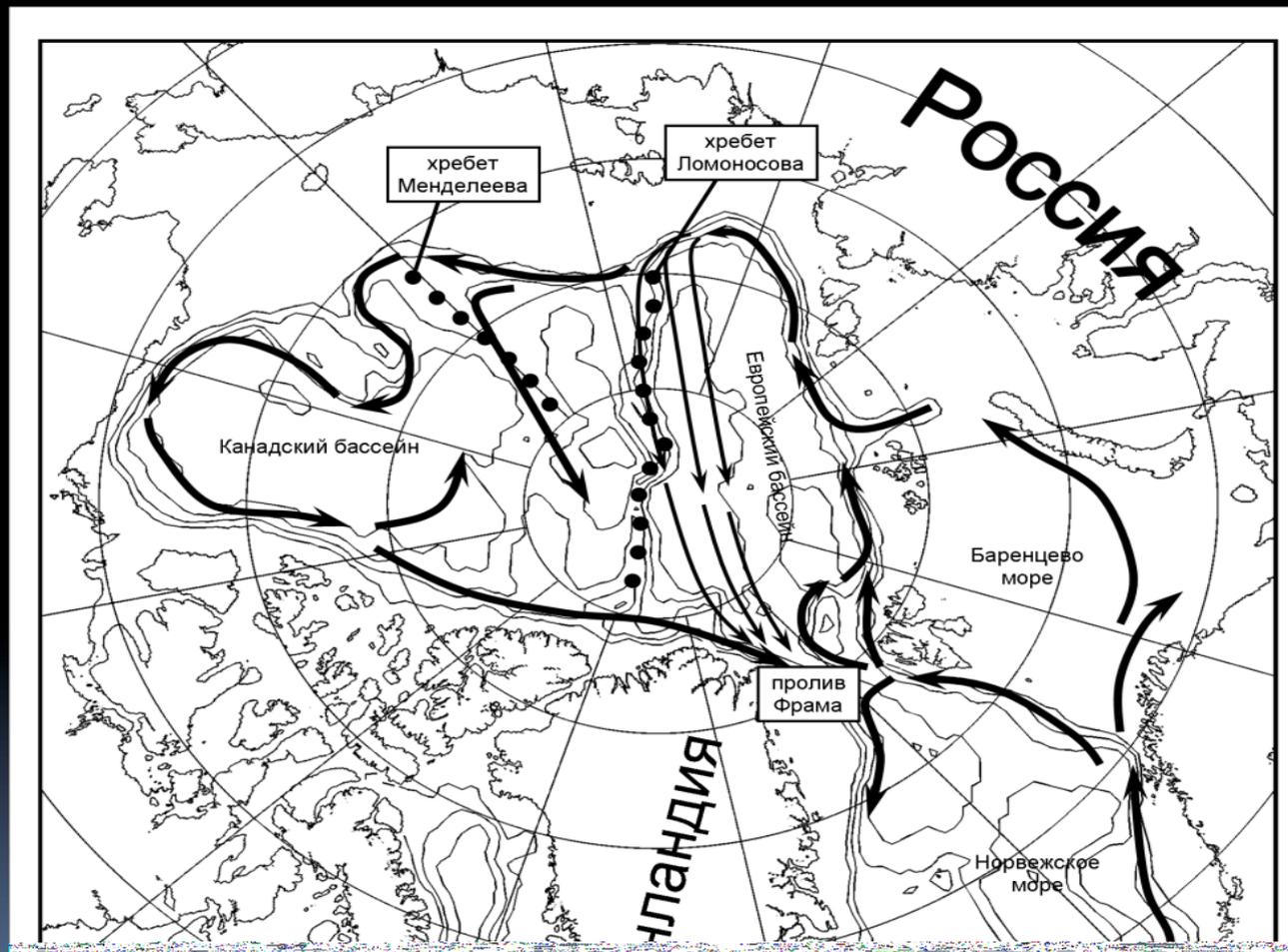
# *Численное моделирование циркуляции атлантических вод в Северном Ледовитом океане*



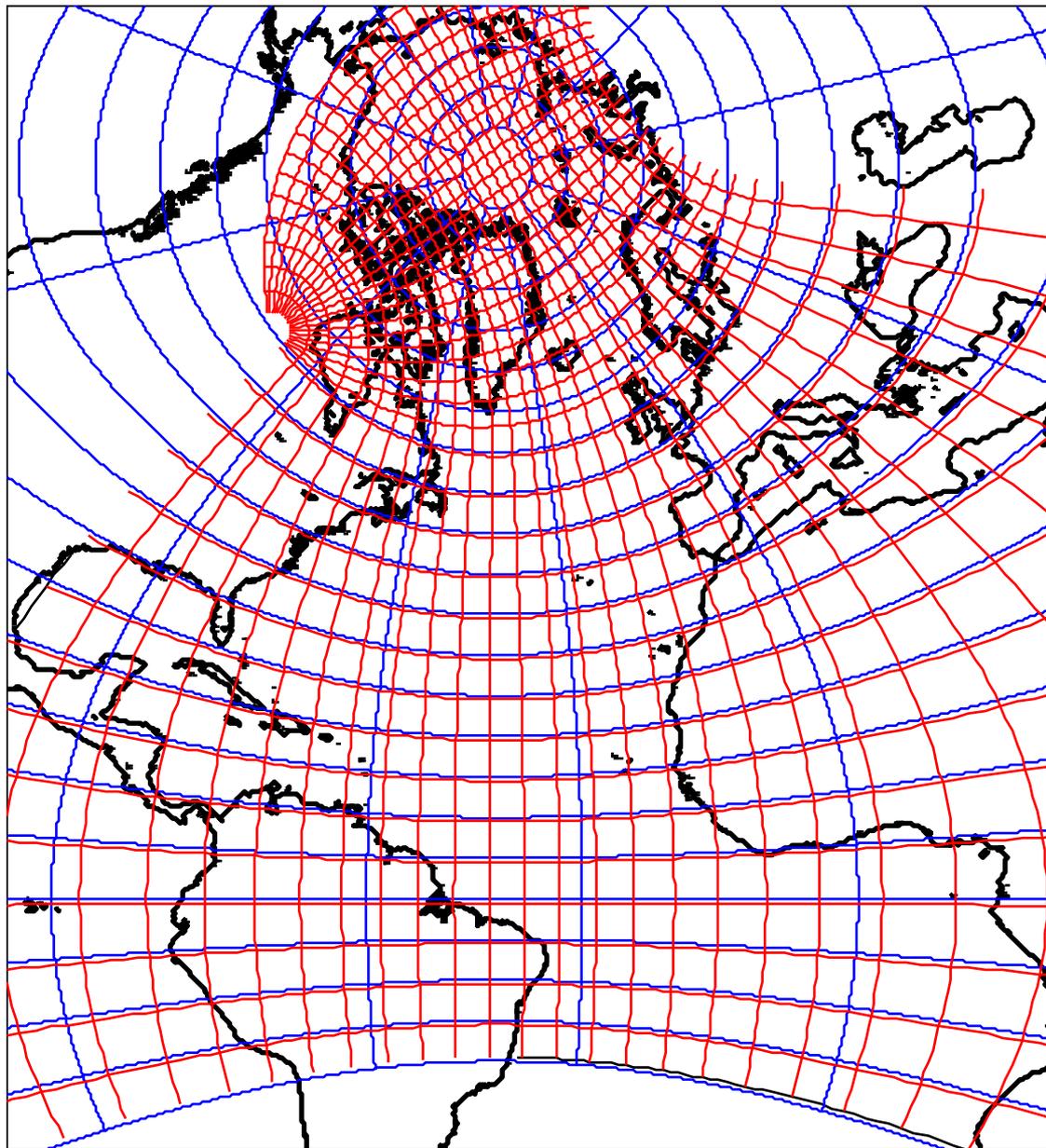
**Юсупова Д.Ф.,**  
ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Цель исследования:

Воспроизведение траектории движения атлантических вод в Арктическом бассейне.



Современное представление о схеме движения Атлантических вод в Северном Ледовитом океане



Область  
моделирования:  
Северная  
Атлантика –  
Арктика.

Разрешение для  
Атлантики:  $1^{\circ}$   
Максимальное  
разрешение – 35  
км.

Вертикальное  
разбиение – 33  
уровня со  
сгущением у  
поверхности.

Разрешение у  
поверхности – 10м.

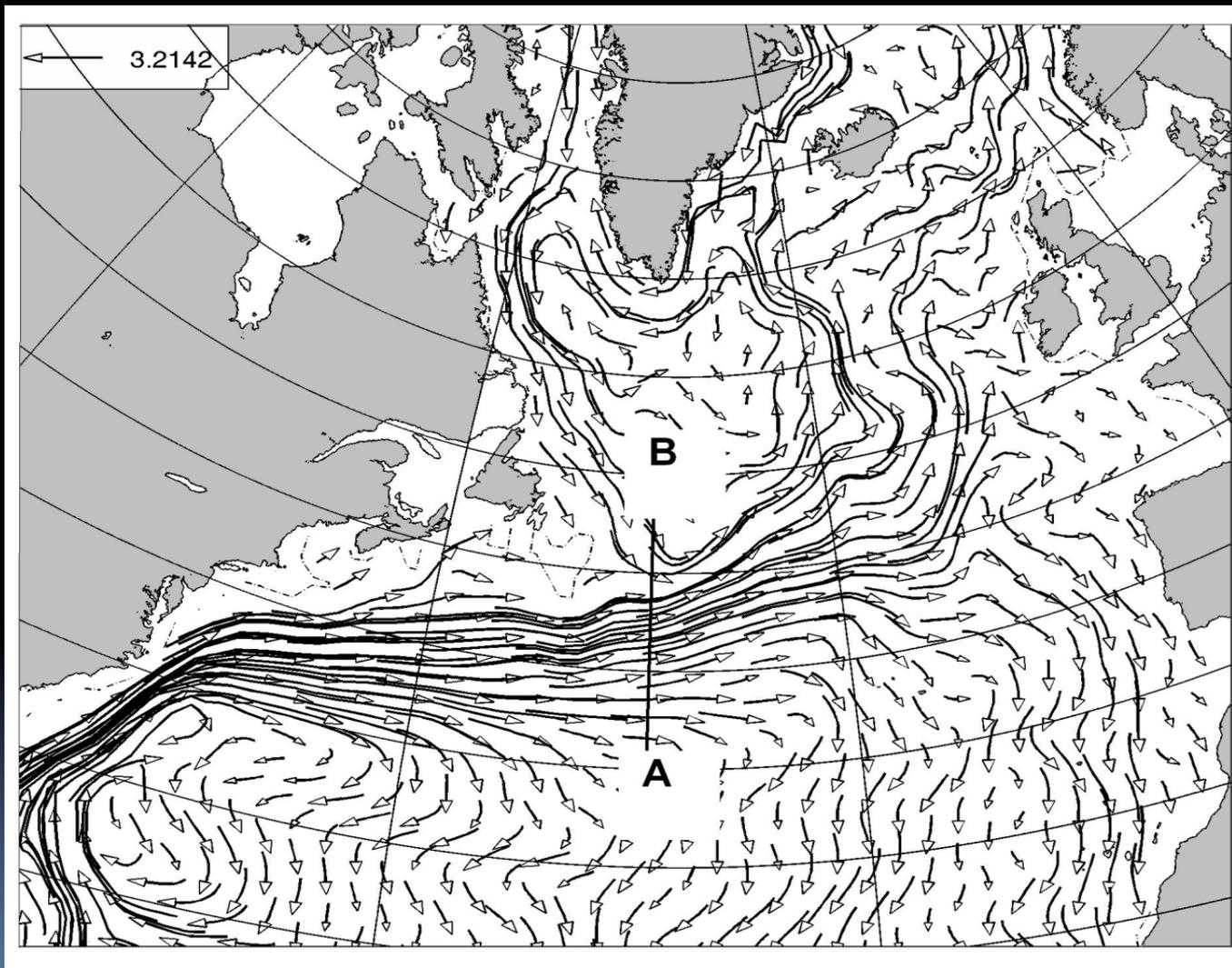
# Направления работы

- Исследование чувствительности модели к аппроксимации оператора переноса в уравнениях движения
- Параметризации подсеточных масштабов – описание диффузионных процессов.



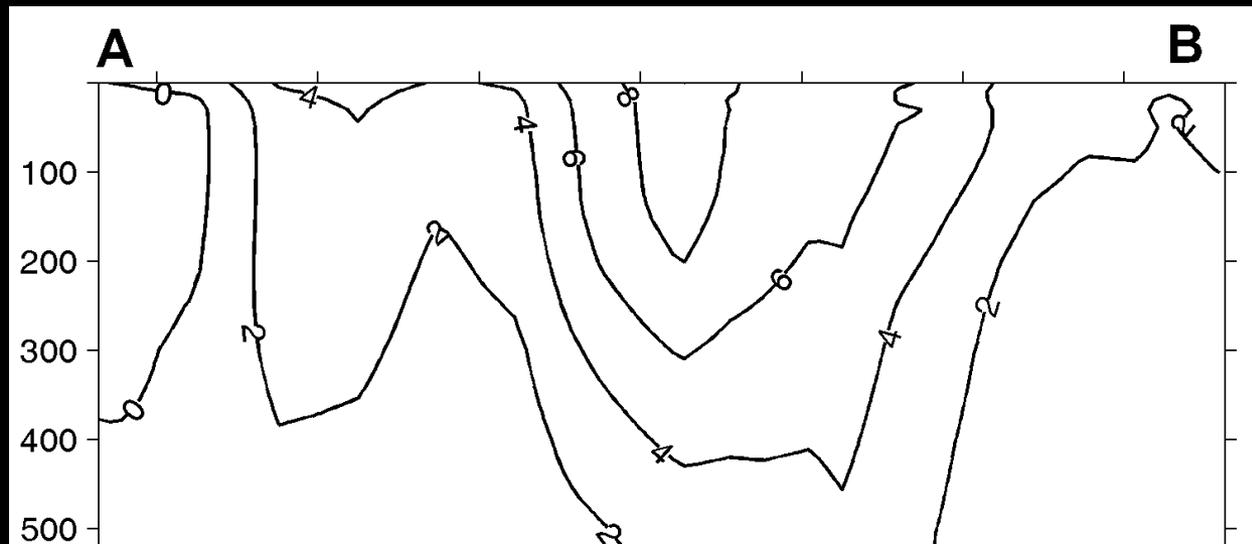
# Исследование чувствительности модели к аппроксимации оператора переноса в уравнениях движения

Поле расчетных течений в Северной Атлантике на глубине 100 м.

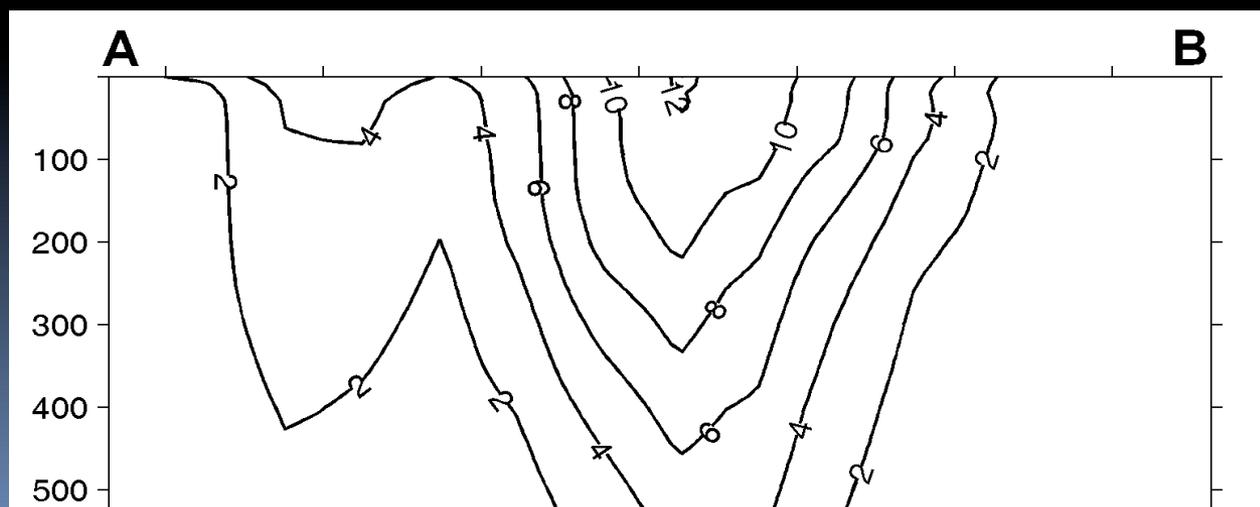


# Поле течений на вертикальном разрезе АВ

Модель с ЦР  
схемой в  
операторе  
переноса



Модель со  
схемой  
QUICKEST в  
операторе  
переноса





# Параметризация подсеточных процессов

## Параметризации подсеточных процессов.

Энергия мезомасштабных движений (бароклинные вихри, внутренние волны) оказывает существенное влияние на океаническую циркуляцию. При моделировании важно учесть эти мелкомасштабные вихри в крупномасштабном течении. Параметризации подсеточных процессов – суммарный эффект процессов подсеточного масштаба на крупномасштабные процессы.

# Изопикническая диффузия

$$\varphi_x : K_I \frac{\partial T}{\partial \varphi_x}$$

$\varphi_x \varphi_y$  -  
ИЗОПИКН.  
система  
координат

$$\varphi_y : K_I \frac{\partial T}{\partial \varphi_y}$$

$$s_x = -\frac{1}{h_x} \frac{\partial \rho}{\partial x} / \frac{\partial \rho}{\partial z}$$

$$s_y = -\frac{1}{h_y} \frac{\partial \rho}{\partial y} / \frac{\partial \rho}{\partial z}$$

Наклон  
изопикнических  
поверхностей в  
направлениях x и y

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & s_x \\ 0 & 1 & s_y \\ s_x & s_y & s_x^2 + s_y^2 \end{pmatrix}$$

Матрица поворота  
от изопикнической  
системы  
координат к XYZ

$$x : K_I \left( \frac{1}{h_x} \frac{\partial T}{\partial x} + s_x \frac{\partial T}{\partial z} \right)$$

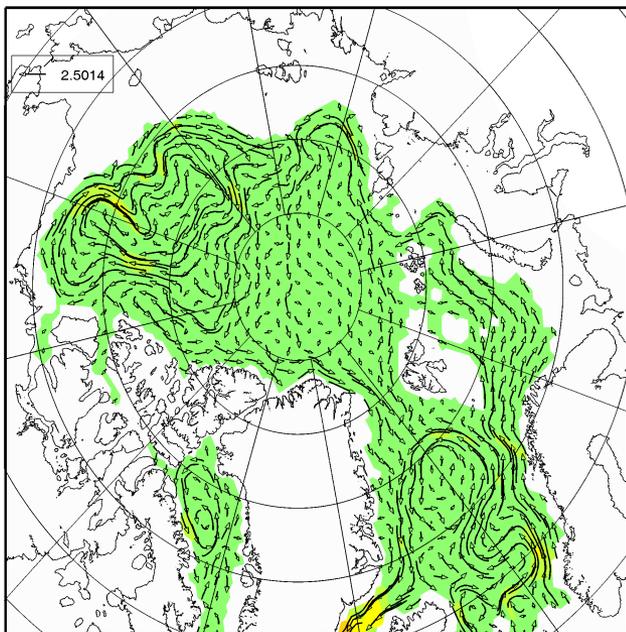
$$y : K_I \left( \frac{1}{h_y} \frac{\partial T}{\partial y} + s_y \frac{\partial T}{\partial z} \right)$$

$$z : K_I \left[ \frac{s_x}{h_x} \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{s_y}{h_y} \frac{\partial T}{\partial y} + (s_x^2 + s_y^2) \frac{\partial T}{\partial z} \right]$$

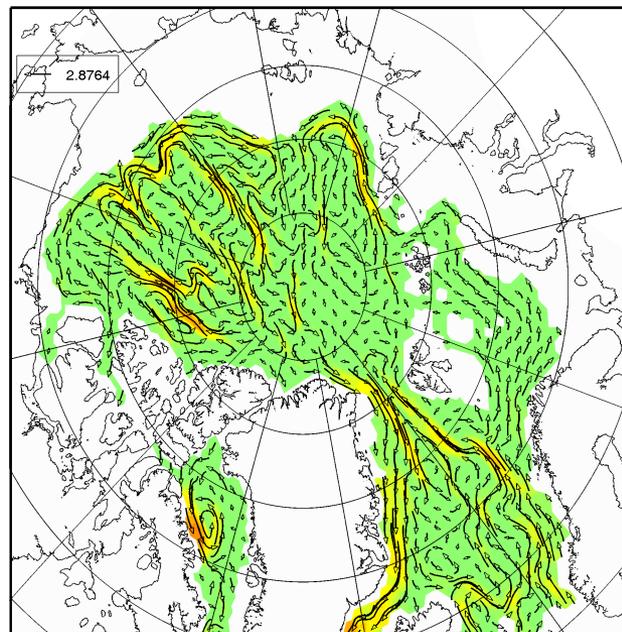
Диффузионные потоки в  
стандартной системе координат

# Поле течений на глубине 200м

Диффузия параметризована оператором Лапласа

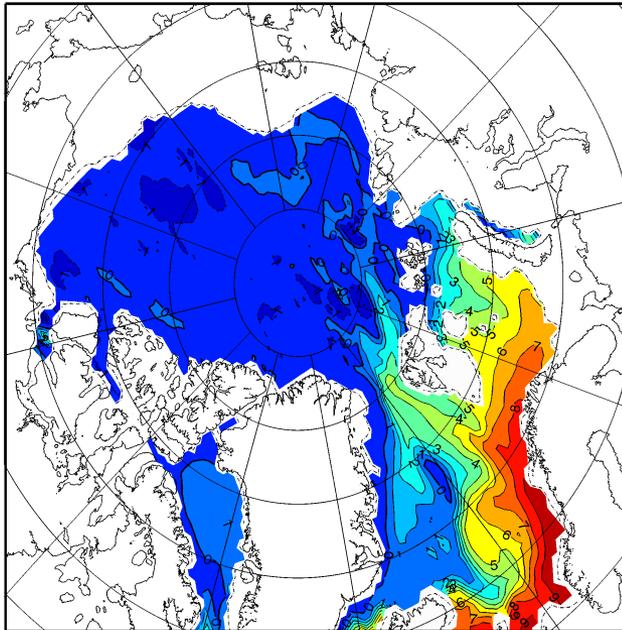


Параметризация изопикнической диффузии

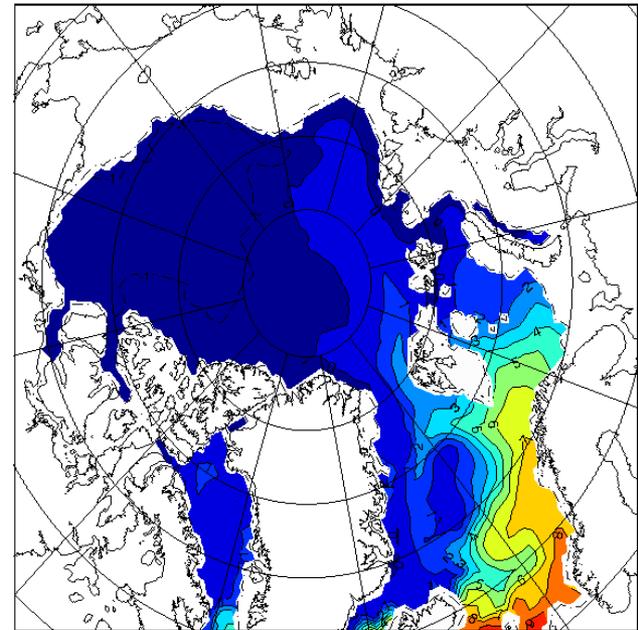


# Распределение температуры на глубине 200м.

Диффузия параметризована оператором Лапласа



Параметризация изопикнической диффузии





*Спасибо за  
внимание!*