

Низкоуровневые струйные течения надо льдом в Арктике: влияние неоднородностей подстилающей поверхности

Чечин Д.
Г.

Струйное течение нижнего уровня: наблюдения

Повторяемость	Географическое положение /измерительная кампания	Публикация
60-90%	Центральная Арктика International Arctic Ocean Expedition (IAOE) 1991	Nilsson 1996
80%	Морской лед, Море Уэдделла, 1992	Andreas et al. (2000), Makshtas et al. (1998),
60-70%	Морской лед, Балтийское море BASIS-1998; BASIS-2001	Brummer et al (2005)
60-70%	Центральная Арктика, Arctic Ocean Expedition 1996	ReVelle and Nilsson (2007)
46%	Центральная Арктика, станция Тара, 2007	Jakobsen et al (2013)



1. Инерционные колебания по аналогии с ночными

- из-за локальных изменений (Andreas et al., 2000)

- из-за пространственных неоднородностей (Smedman et al., 1993; Vihma and Brummer 2002; Vihma et al., 2003)

2. Инерционно-гравитационные колебания

- после скачка шероховатости (Yuen and Young, 1986)

3. Влияние бароклинности

- во время холодных вторжений и над полыньями (Chechin et al., 2013; Репина и Чечин, 2012)

4. Прохождение фронтов

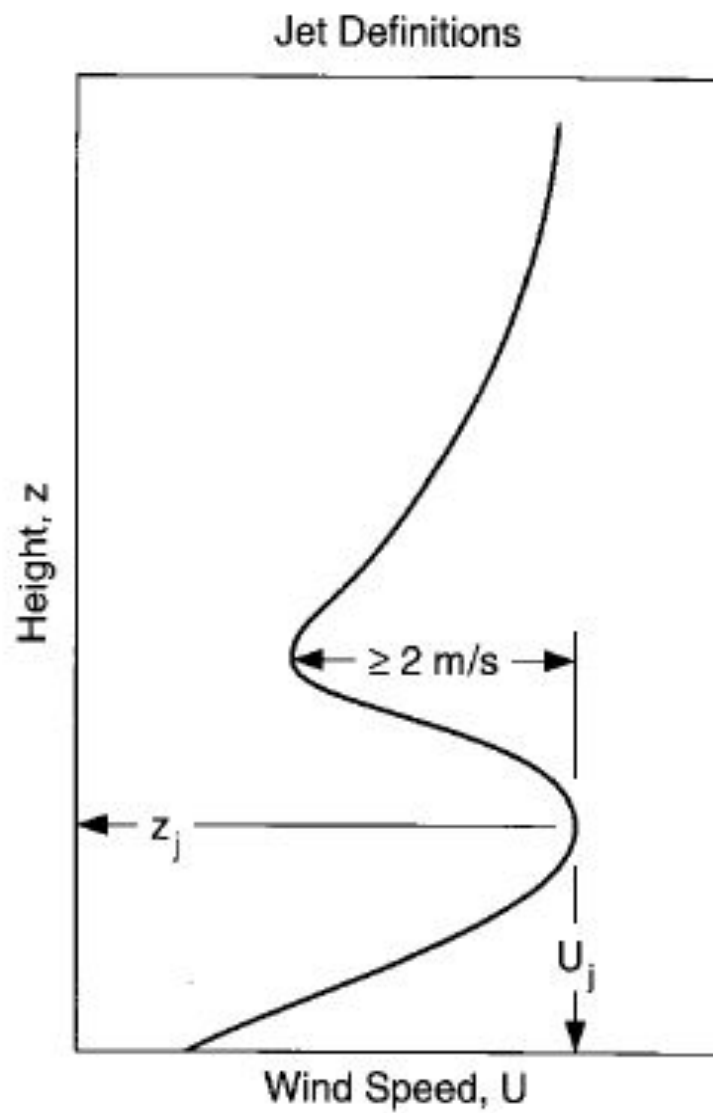


1. Количественная оценка параметров НУСТ по данным численного моделирования
2. Оценка чувствительности параметров НУСТ к используемым параметризациям турбулентности

Дальнейшие задачи:

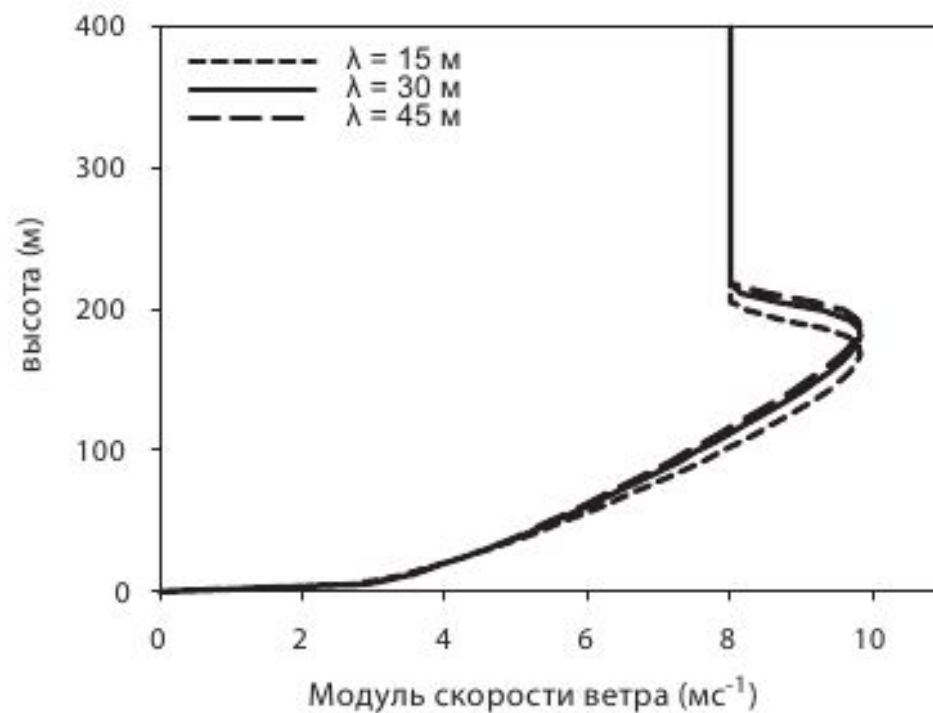
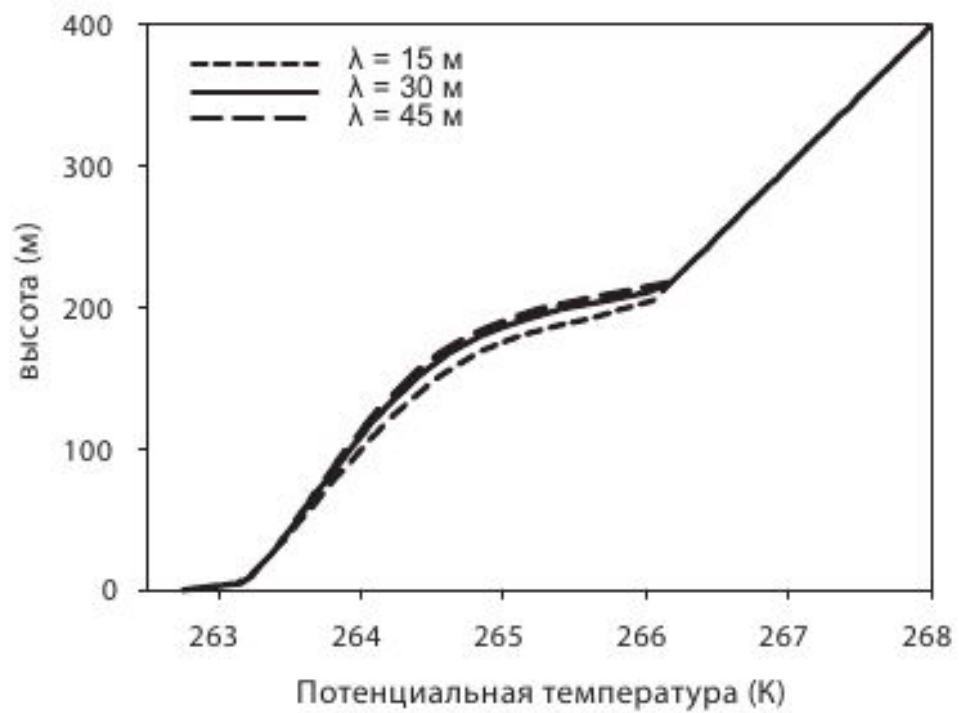
1. Диагностика физического механизма НУСТ, построение простой аналитической модели
2. Количественная оценка влияния на характеристики турбулентного обмена в пограничном слое

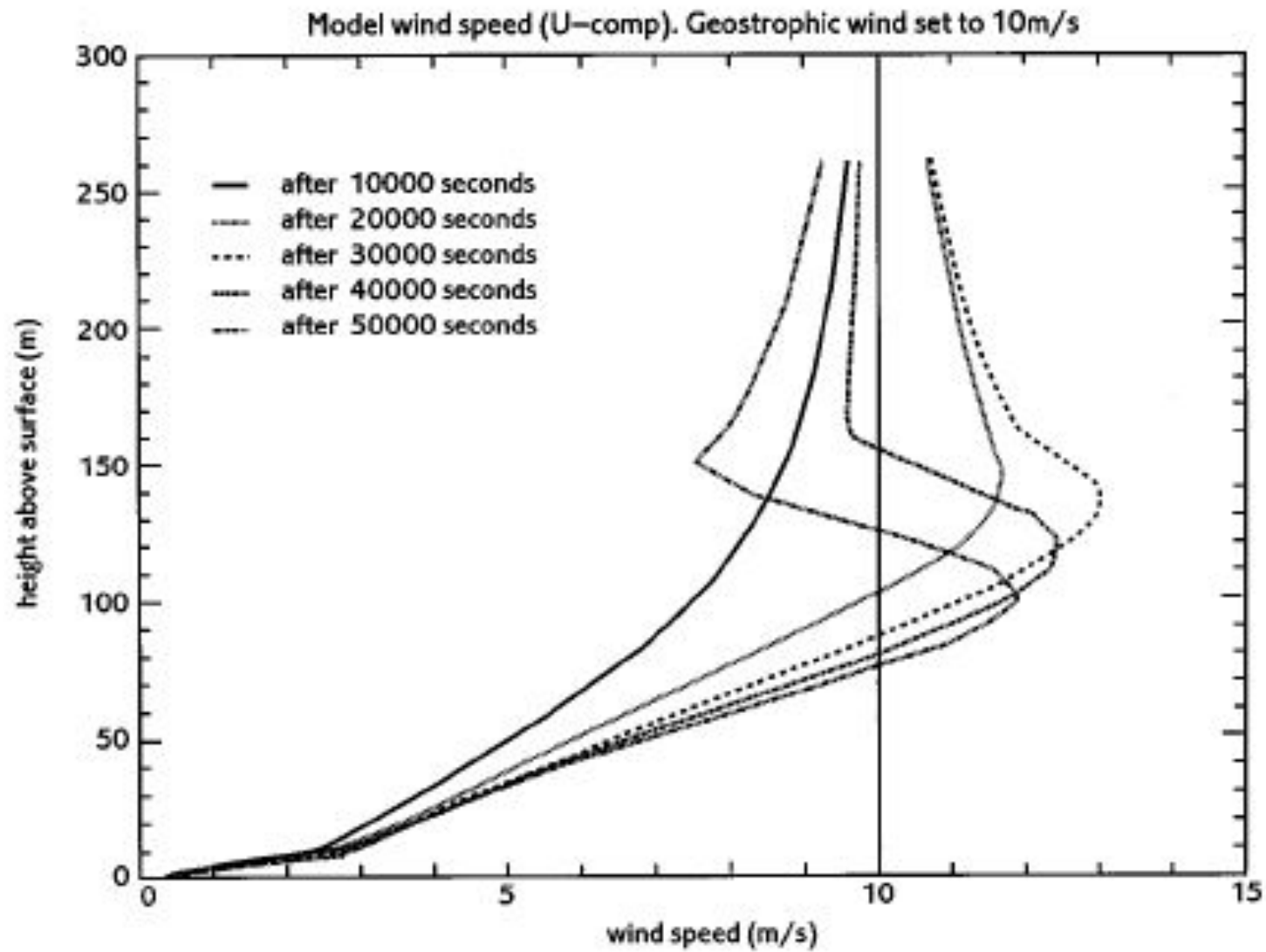
Параметры СТ и критерий его идентификации



Andreas et al. 2000

Устойчивый АПС надо льдом





Davies 2000

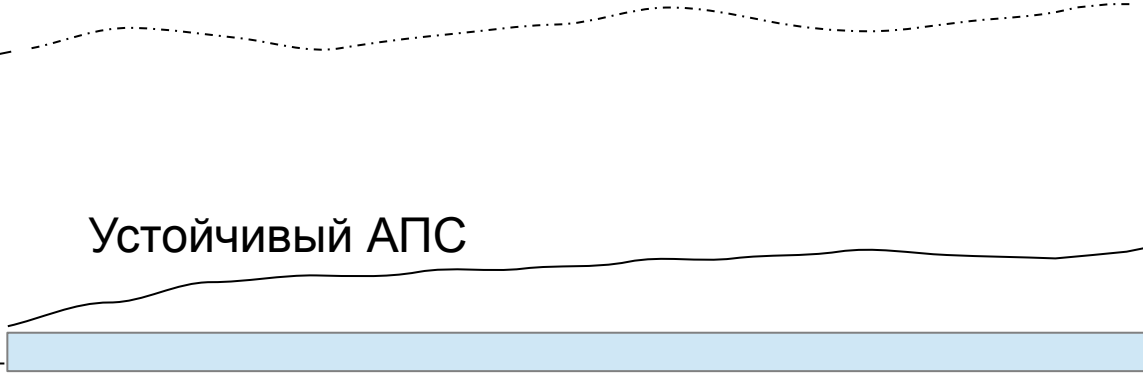
Натекание холодного воздуха на полыню или теплого воздуха на кромку льда

1.

Конвективный АПС



ПОЛЫНЯ

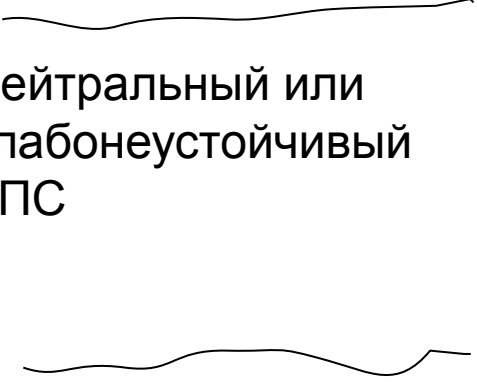


Устойчивый АПС

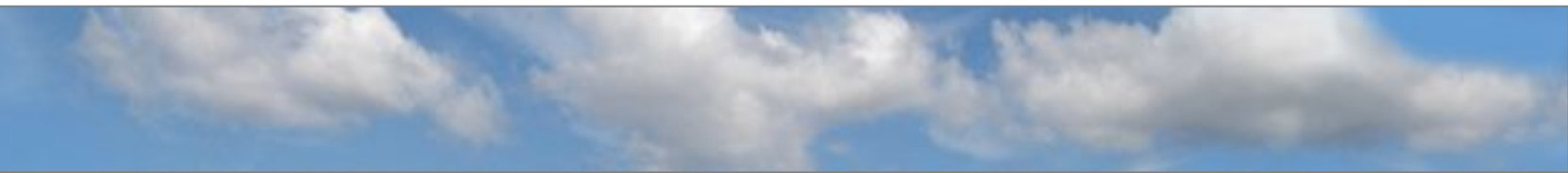
2.



Нейтральный или слабонеустойчивый АПС



Устойчивый АПС



Инерционные колебания

Длина волны:

$$L = 2\pi R = \frac{2\pi U}{f}$$

Инерционно-гравитационные колебания:

Длина волны: $L = 2\pi R Fr^{-1/2} |Fr - 1|^{1/2}$ при $Fr > 1$

Число Фруда: $Fr^{1/2} = R/\lambda$

Радиус деформации Россби: $\lambda = \frac{\sqrt{\tilde{g}H}}{f}$ $\tilde{g} = \frac{\Delta\theta}{\theta + \Delta\theta}g$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial}{\partial t}(up_*) + \frac{\partial}{\partial x}(u^2p_*) + \frac{\partial}{\partial y}(vup_*) + \frac{\partial}{\partial \sigma}(\dot{\sigma}up_*) = \\
 - p_* \frac{\partial \phi'}{\partial x} + \sigma \frac{\partial p_*}{\partial x} \frac{\partial \phi'}{\partial \sigma} + fvp_* + p_* (D_u) \\
 \frac{\partial}{\partial t}(vp_*) + \frac{\partial}{\partial x}(uvp_*) + \frac{\partial}{\partial y}(v^2p_*) + \frac{\partial}{\partial \sigma}(\dot{\sigma}vp_*) = \\
 - p_* \frac{\partial \phi'}{\partial y} + \sigma \frac{\partial p_*}{\partial y} \frac{\partial \phi'}{\partial \sigma} - fup_* + p_* (D_v) \\
 \frac{\partial}{\partial t}(\tilde{w}p_*) + \frac{\partial}{\partial x}(u\tilde{w}p_*) + \frac{\partial}{\partial y}(v\tilde{w}p_*) + \frac{\partial}{\partial \sigma}(\dot{\sigma}\tilde{w}p_*) = \\
 - Sp_* \frac{\partial \phi'}{\partial \sigma} + p_* g \frac{\theta'}{\theta_s} + p_* (D_w) \\
 \frac{\partial}{\partial t}(\theta p_*) + \frac{\partial}{\partial x}(u\theta p_*) + \frac{\partial}{\partial y}(v\theta p_*) + \frac{\partial}{\partial \sigma}(\dot{\sigma}\theta p_*) = -S\tilde{w}p_* \frac{\partial \theta_s}{\partial \sigma} + p_* (D_\theta) \\
 \frac{\partial}{\partial t}(p_*) + \frac{\partial}{\partial x}(up_*) + \frac{\partial}{\partial y}(vp_*) + \frac{\partial}{\partial \sigma}(\dot{\sigma}p_*) = 0
 \end{aligned}$$

+ диагностическое уравнение для возмущения
геопотенциала

Граничные условия

На боковых границах расчетной области:

Условия Неймана или Дирихле или условия излучения u, v, θ, p_0

На нижней границе:

параметризация потоков тепла и импульса на основе теории подобия Монины - Обухова

На верхней границе:

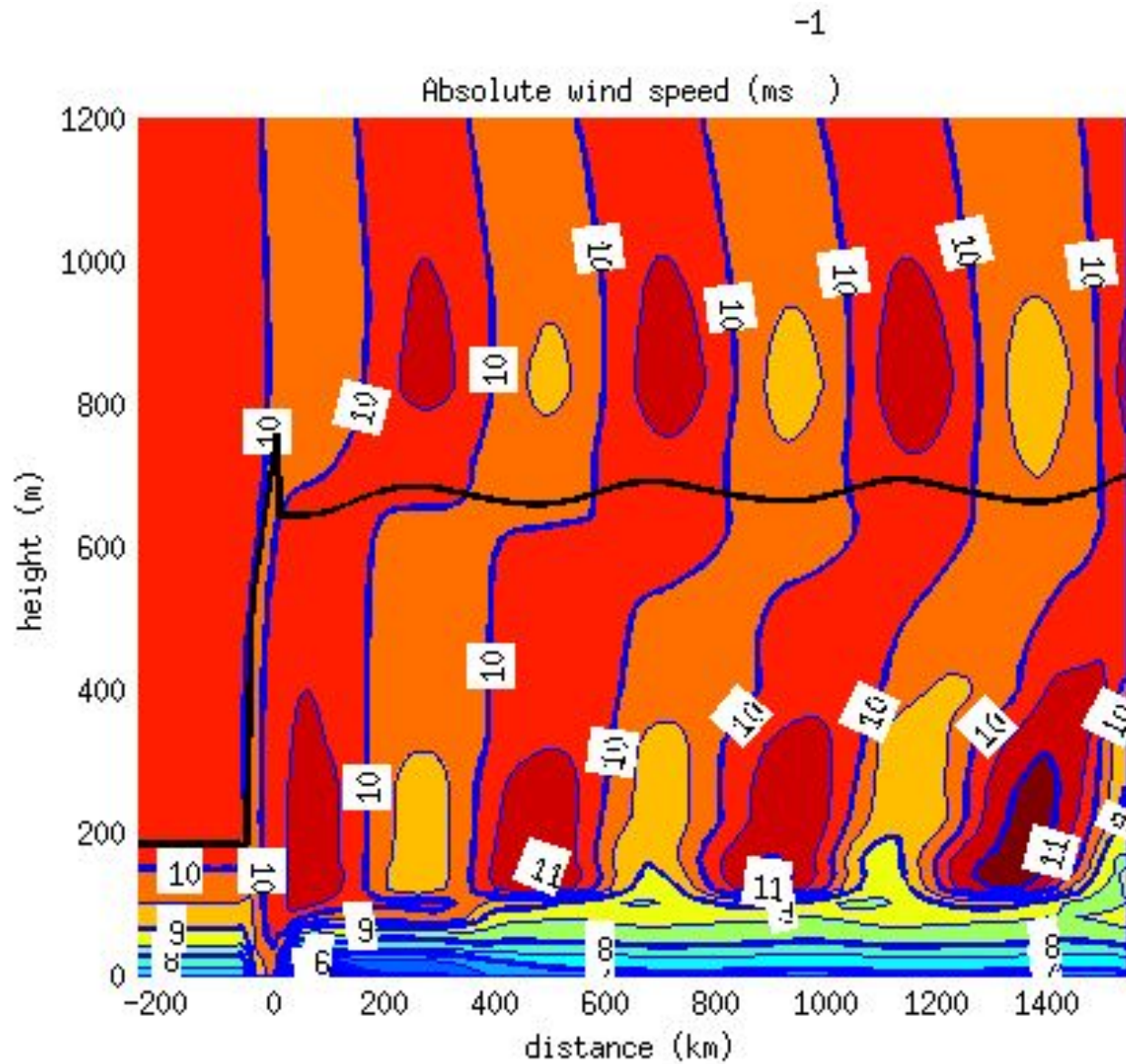
условие непротекания

Численная реализация:

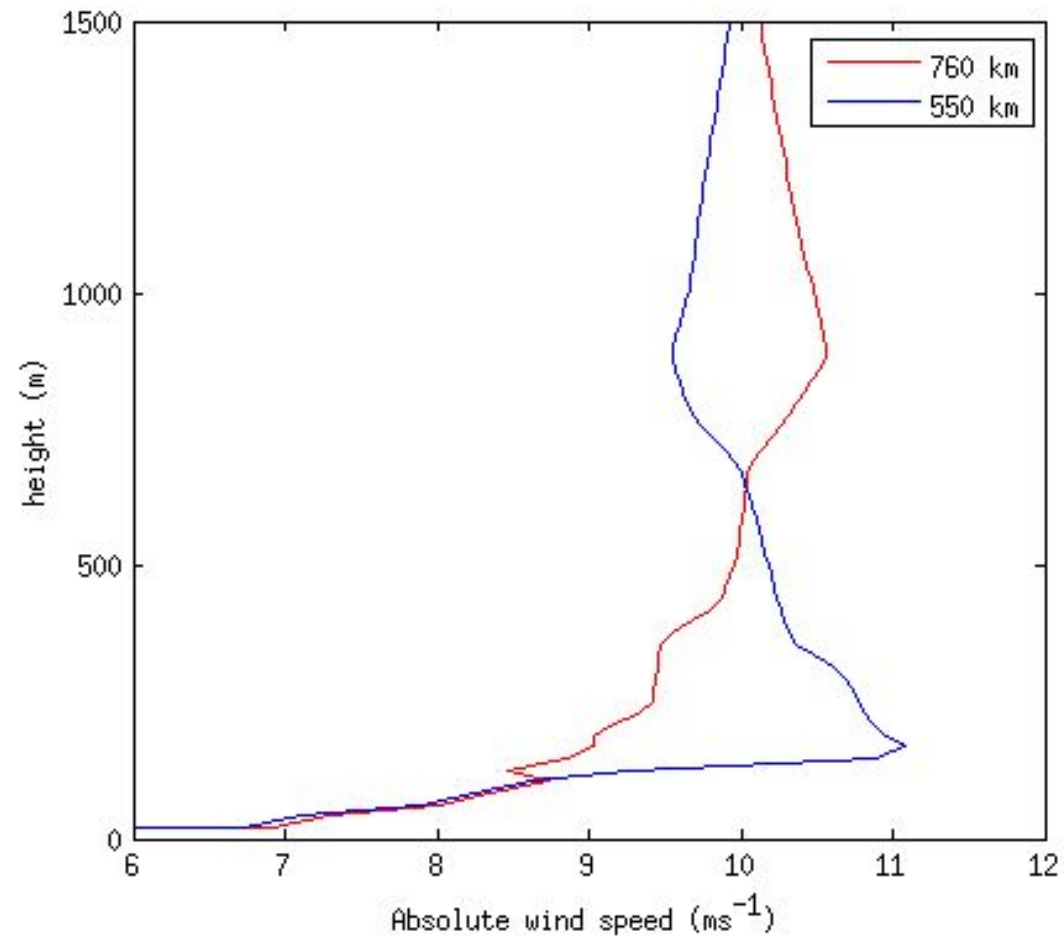
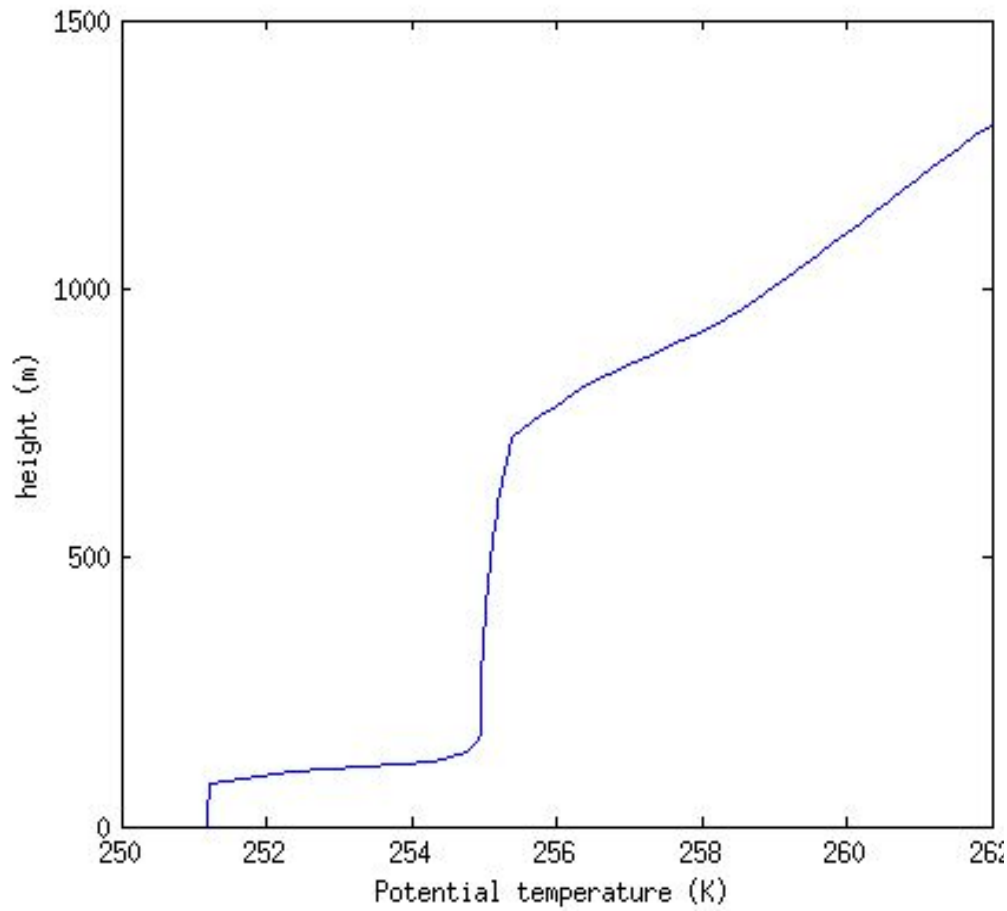
- разнесенная C-сетка Аракавы
- схема интегрирования по времени «чехарда» с фильтром Аселина
- центральные разности для производных
- монотонная схема адвекции для скаляров
- численное сглаживание по горизонтали 4-го порядка

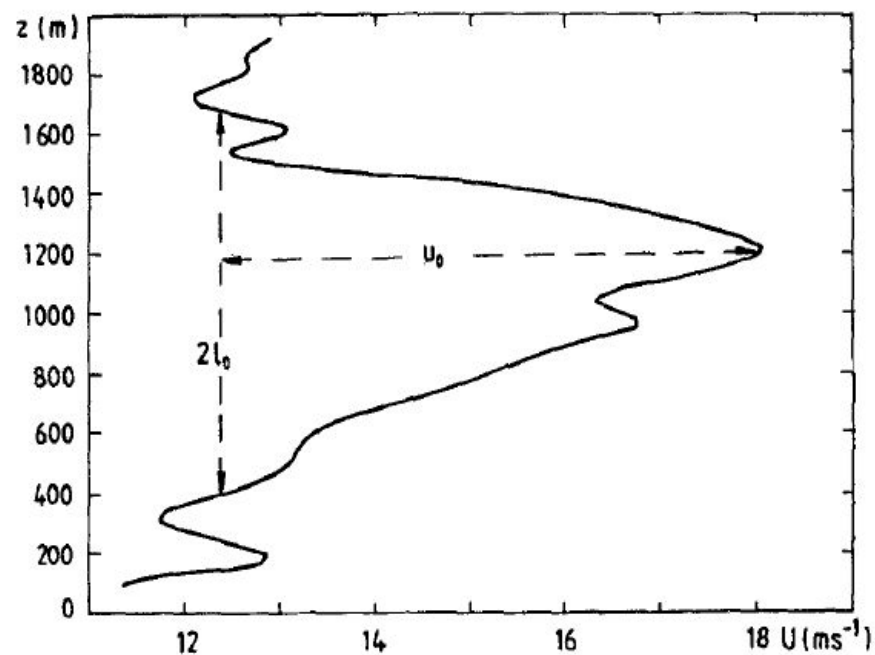
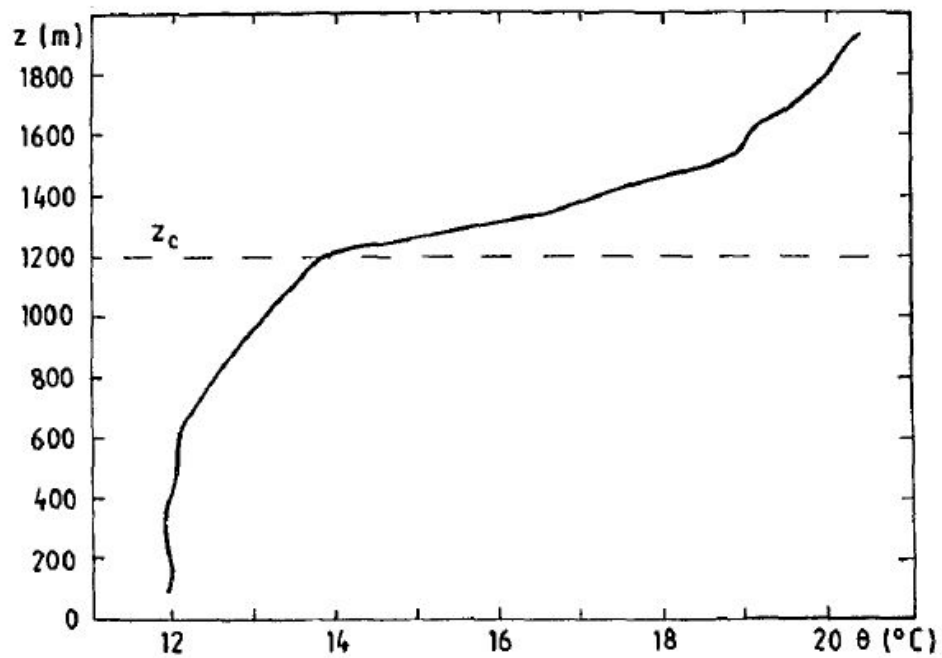


Натекание холодного воздуха на полынью

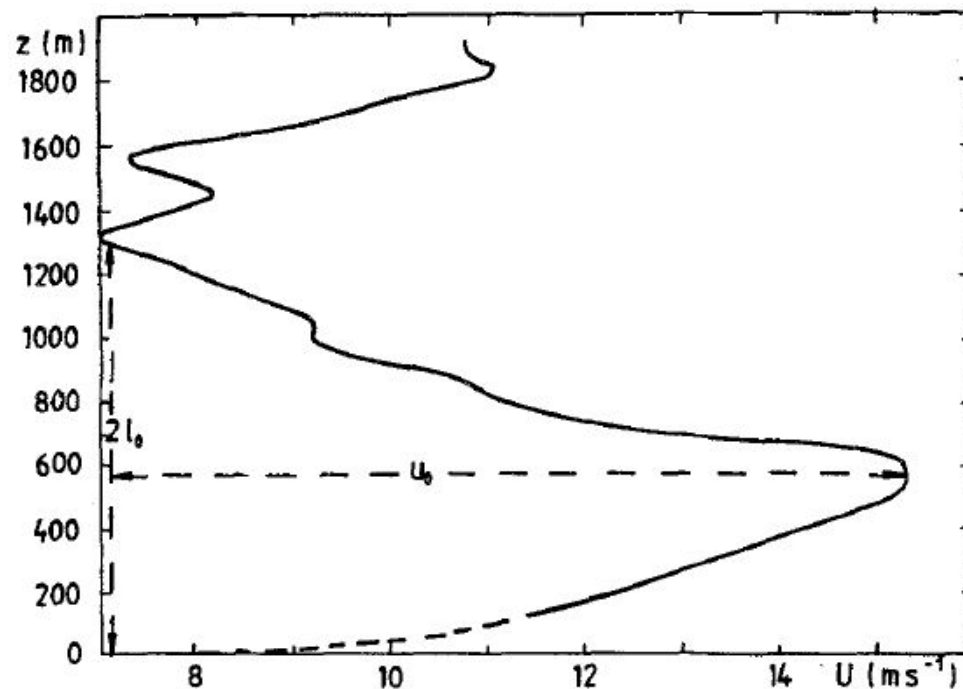
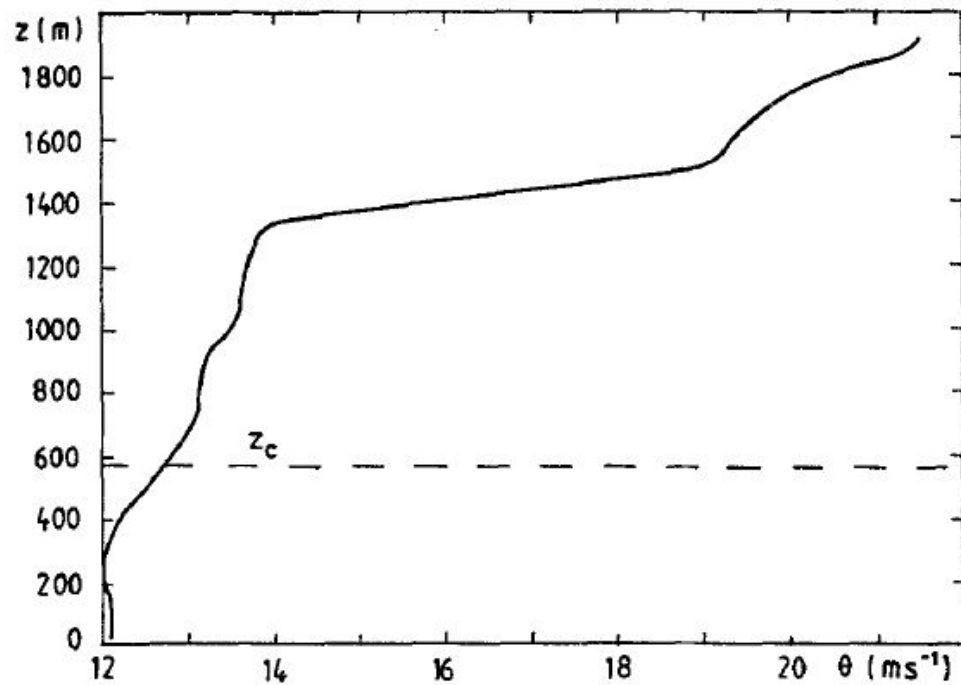


Натекание холодного воздуха на полярную область





Smedman et al., 1993



Smedman et al., 1993

Натекание холодного воздуха на полыню

