

MODEL OF GLACIER WIND OVER KONGSVEGEN GLACIER

CHERNYSHEV R.V. (LOMONOSOV MSU)
REPINA I.A. (OBUKHOV IAP) 
STEPANENKO V.M. (LOMONOSOV MSU)

ЛЕДНИКОВЫЙ ВЕТЕР

ЧАСТНЫЙ СЛУЧАЙ
КАТАБАТИЧЕСКОГО
ВЕТРА.

МОЖЕТ ДОСТИГАТЬ СКОРОСТИ 15-20 М/С
С СИЛЬНО ВЫРАЖЕННОЙ ПОРЫВИСТОСТЬЮ

А В СОЧЕТАНИИ С ПОЛЯРНЫМИ
ЦИРКУЛЯЦИЯМИ МОЖЕТ
ДОСТИГАТЬ УРАГАННЫХ
СКОРОСТЕЙ (МАК-МЁРДО,
АНТАРКТИДА)

← ГРАДИЕНТ ДАВЛЕНИЯ

ТЕПЛЫЙ
ВОЗДУХ

ХОЛОДНЫЙ
ВОЗДУХ

ЛЕДНИКОВЫЙ ВЕТЕР

ШЕЛЬФ

ЛЕДНИК

← СИЛА ТЯЖЕСТИ

ОКЕАН

КОНТИНЕНТ



ЛЕДНИКОВЫЙ ВЕТЕР

ВЛИЯЕТ НА ХОЗЯЙСТВЕННУЮ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

ВЛИЯЕТ НА ОКРУЖАЮЩИЙ
ЛАНДШАФТ

МОЖЕТ ВЛИЯТЬ НА ДИНАМИКУ
ДЕЯТЕЛЬНОГО СЛОЯ ОКЕАНА



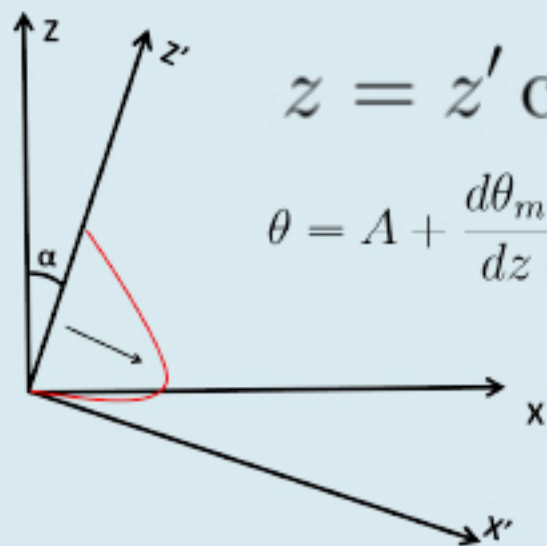
МОТИВАЦИЯ ЗАДАЧИ

ПРИМЕР ВЕРТИКАЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ НИЖНЕГО РАСЧЕТНОГО УРОВНЯ В КЛИМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИВМ РАН ($z_1 = 60 \text{ м}$)

ВОЗМОЖНО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЯ СКОРОСТИ ВЕТРА НА УРОВНЕ z_1 , КАК ВЕРХНЕЕ КРАЕВОЕ УСЛОВИЕ МОДЕЛИ.



ВЫВОД УРАВНЕНИЙ



$$z = z' \cos \alpha - x' \sin \alpha$$

$$\theta = A + \frac{d\theta_m}{dz} z + \theta'(z', t)$$

$$\begin{cases} \frac{du}{dt} = \frac{\partial}{\partial z'} K_m \frac{\partial u}{\partial z'} - g \frac{\theta'}{\theta_0} \sin \alpha \\ \frac{d\theta}{dt} = \frac{\partial}{\partial z'} K_t \frac{\partial \theta}{\partial z'} \end{cases}$$

РАСКРЫВ ПОЛНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ:

$$\frac{du}{dt} = \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x'} + w \frac{\partial}{\partial z'}$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{\partial \theta}{\partial t} + u \frac{\partial \theta}{\partial x'} + w \frac{\partial \theta}{\partial z'}$$

W=0

ОТСУТСТВИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z'} K_m \frac{\partial u}{\partial z'} - g \frac{\theta'}{\theta_0} \sin \alpha \\ \frac{\partial \theta'}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z'} K_t \frac{\partial \theta'}{\partial z'} + u \frac{d\theta_m}{dz} \sin \alpha \end{cases}$$

ТЕОРИЯ ПРАНДТЛЯ

ОСНОВНЫЕ ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ:

- ✓ СТАЦИОНАРНОСТЬ ПОТОКА ($d/dt = 0$)
- ✓ ПОСТОЯННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ

НАЧАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ: КРАЕВЫЕ УСЛОВИЯ:

$$\begin{aligned} u|_{t=0} = \theta'|_{t=0} = 0 & \quad u|_{z=0} = 0 & \quad \theta'|_{z=0} = C \\ u|_{z \rightarrow +\infty} = 0 & \quad \theta'|_{z \rightarrow +\infty} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} u = Cm * \sin(z'/L) \exp(-z'/L) \\ \theta' = C \cos(z'/L) \exp(-z'/L), \end{cases} \quad \begin{aligned} L &= \left(\frac{4k_m k_t \theta_0}{gB \sin \alpha} \right)^{1/4} \\ m &= \left(\frac{gk_m}{Bk_t^2 \theta_0} \right)^{1/2} \end{aligned}$$

ЛЮДВИГ ПРАНДТЛЬ
(1875 — 1953)

В РЕАЛЬНОЙ АТМОСФЕРЕ
ПОСТОЯННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ
ВЕРТИКАЛЬНОГО
ПЕРЕМЕШИВАНИЯ
НЕ ВСТРЕЧАЕТСЯ.

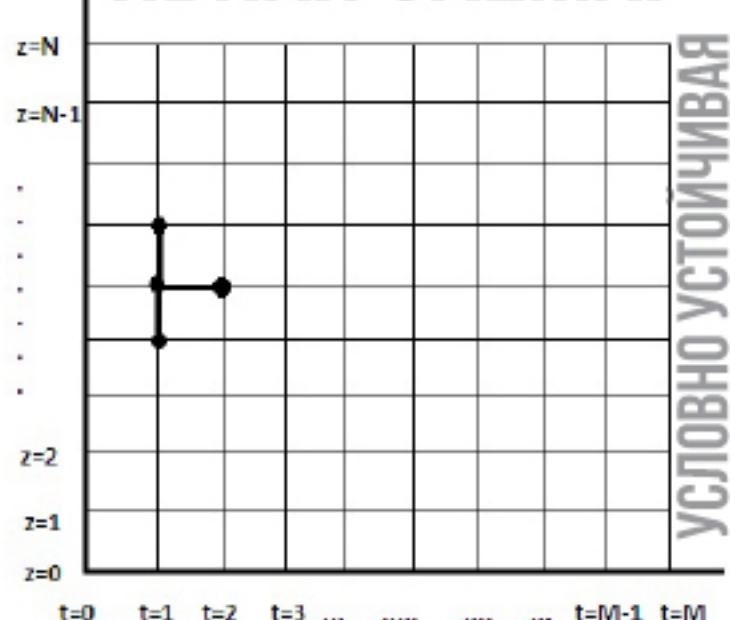
**С — АНОМАЛИЯ
ЗНАЧЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ
ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОВЕРХНОСТИ**

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ

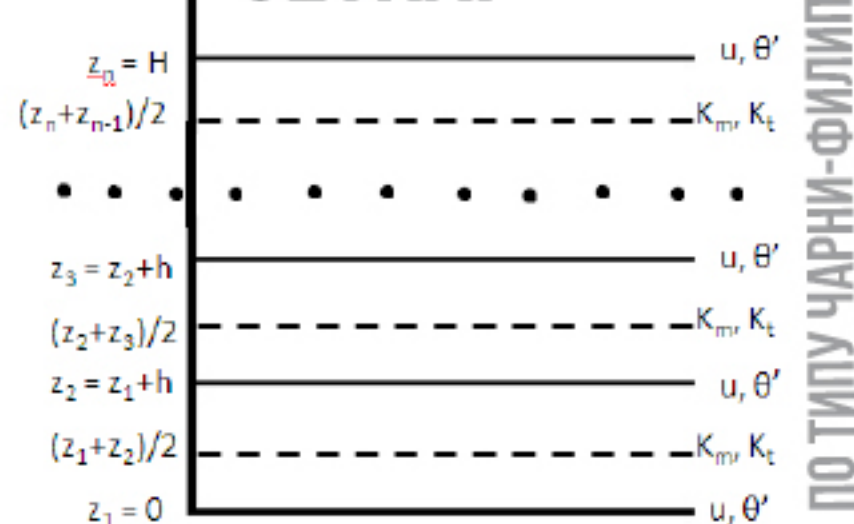
$$\frac{\partial u}{\partial t} \approx \frac{u_i^{j+1} - u_i^j}{\tau} \quad \text{АНАЛОГИЧНО ДЛЯ } \theta' \quad \begin{matrix} i = (1, \dots, N) \\ j = (1, \dots, M) \end{matrix}$$

$$\frac{\partial}{\partial z'} K_m \frac{\partial u}{\partial z'} \approx \left(\left(\frac{K_{m,i} + K_{m,i+1}}{2} \right) \left(\frac{u_{i-1} - 2u_i + u_{i+1}}{h^2} \right) + \left(\frac{K_{m,i+1} - K_{m,i-1}}{2h} \right) \left(\frac{u_i - u_{i-1}}{h} \right) \right)$$

ЯВНАЯ СХЕМА:



ВЕРТИКАЛЬНАЯ СЕТКА:



ИТОГОВАЯ СХЕМА

ПОСТРОИМ ЯВНУЮ КОНЕЧНО-РАЗНОСТНУЮ
СХЕМУ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ:

$$\begin{cases} u_i^{j+1} = (K_{m,i} + K_{m,i+1})\frac{\tau}{2h^2}u_{i+1}^j + (1 - (K_{m,i-1} + 2K_{m,i} + K_{m,i+1})\frac{\tau}{2h^2})u_i^j + \\ + (K_{m,i-1} + K_{m,i})\frac{\tau}{2h^2}u_{i-1}^j - \tau g \frac{\theta_i^j}{\theta_0} \sin \alpha \\ \theta_i^{j+1} = (K_{t,i} + K_{t,i+1})\frac{\tau}{2h^2}\theta_{i+1}^j + (1 - (K_{t,i-1} + 2K_{t,i} + K_{t,i+1})\frac{\tau}{2h^2})\theta_i^j + \\ + (K_{t,i-1} + K_{t,i})\frac{\tau}{2h^2}\theta_{i-1}^j + \tau u_i^j B \sin \alpha \end{cases}$$

ДАННАЯ СХЕМА АППРОКСИМИРУЕТ СИСТЕМУ С ПОРЯДКОМ $O(\tau + h^2)$

ЯВНАЯ СХЕМА ЯВЛЯЕТСЯ УСТОЙЧИВОЙ ПРИ $(\max K_t, K_m) \cdot \tau/h^2 \leq 1/2$

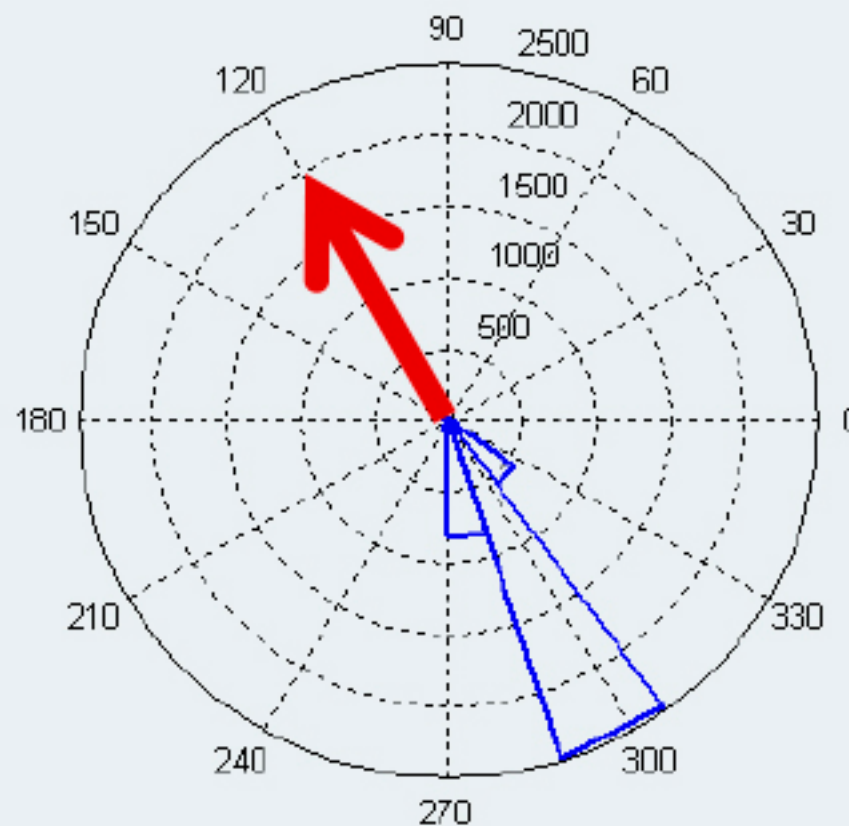
БЫЛО ПРОВЕДЕНО СРАВНЕНИЕ
ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ
С АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛЬЮ ПРАНДТЛЯ

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ



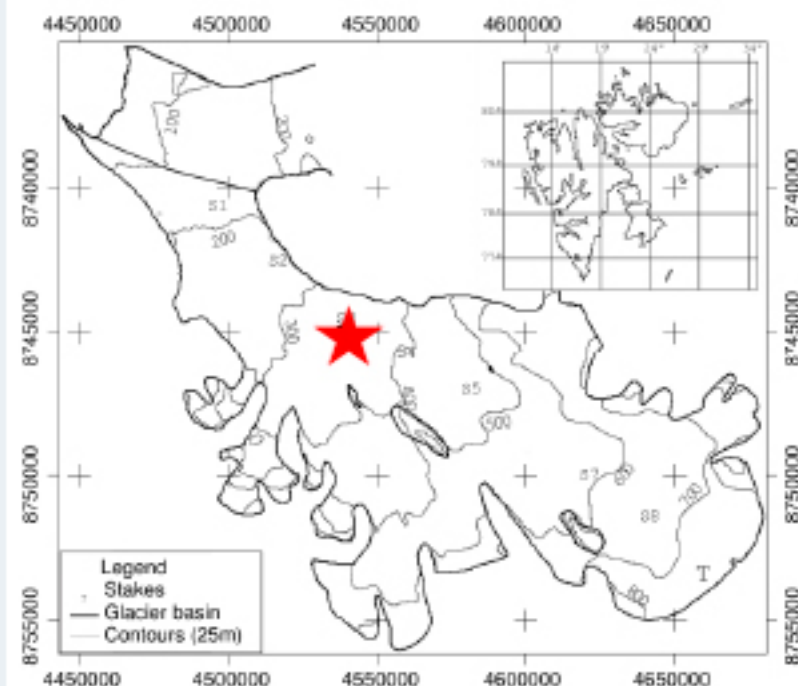
МЕЖДУНАРОДНЫЙ РОССИЙСКО-НОРВЕЖСКИЙ
ЭКСПЕРИМЕНТ НА ЛЕДНИКЕ КОНГСВЕГЕН
НА ЗАПАДЕ АРХ. ШПИЦБЕРГЕН
С 2 ПО 12 МАЯ 2009 ГОДА.

ОСНОВНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ВЕТРА
И ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОВОДИЛИСЬ
С ПОМОЩЬЮ **ГРАДИЕНТНОЙ МАЧТЫ**
НА УРОВНЯХ:
1 М, 1.7 М, 2.9 М, 4.9 М, 8.3 М, 14.9 М.



УГОЛ НАКЛОНА
ПОВЕРХНОСТИ ОЦЕНЕН В 5°

 ПОВТОРЯЕМОСТЬ НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА
 НАПРАВЛЕНИЕ СКЛОНА



КООРДИНАТЫ ТОЧКИ ИЗМЕРЕНИЙ
78.81439N, 13.15228E
АБСОЛЮТНАЯ ВЫСОТА 350 М

СИНОПТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

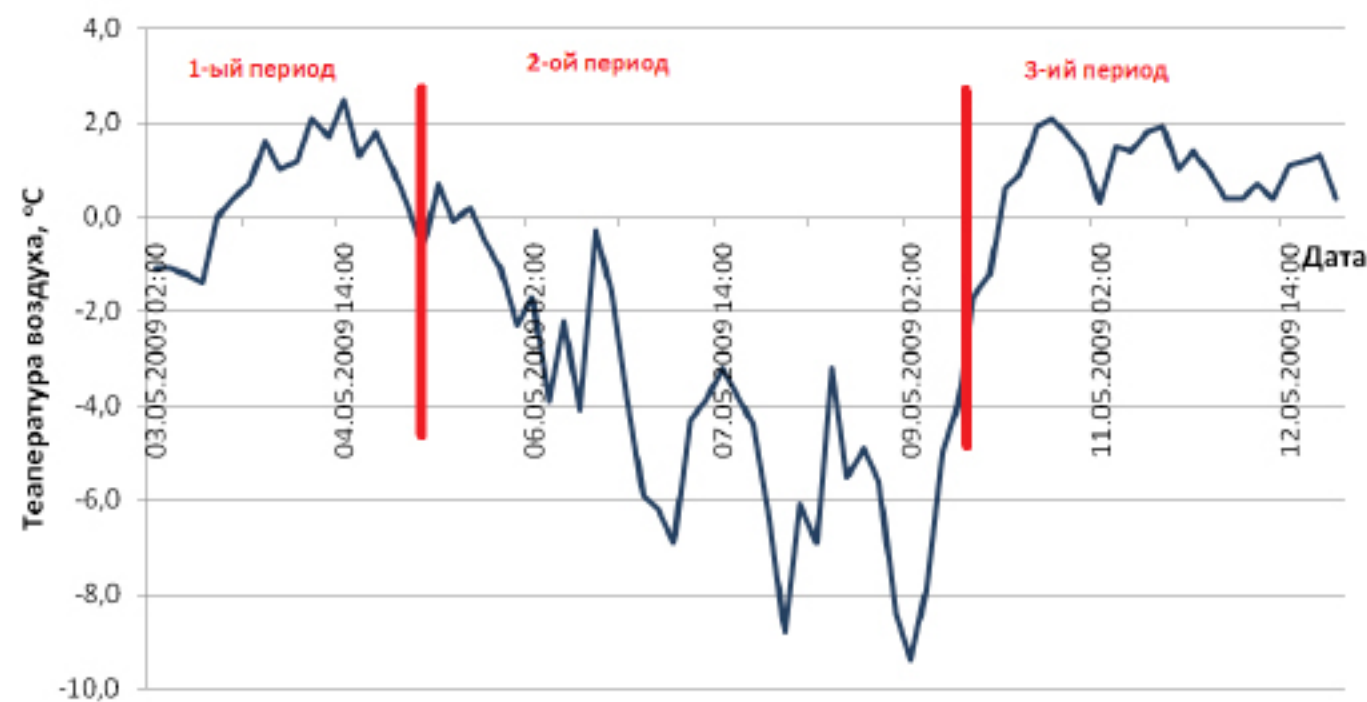
МОЖНО ВЫДЕЛИТЬ ТРИ ПЕРИОДА:

2-5 МАЯ: ТЕРРИТОРИЯ НА ГРЕБНЕ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ, НО ПОД ВЛИЯНИЕМ ФРОНТА ОККЛЮЗИИ.

5-9 МАЯ: ТАКЖЕ ГРЕБЕНЬ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ, НО ФРОНТ ОККЛЮЗИИ РАЗРУШАЕТСЯ.

9-12 МАЯ: ТЕРРИТОРИЯ ОКАЗЫВАЕТСЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ РЕГЕНЕРИРОВАВШЕГО ЦИКЛОНА.

Fredag 08.05.2009 kl 14:00



ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА
ПО ДАННЫМ СТАНЦИИ
НЮ-ОЛЕССУН

ПОСЛЕ АНАЛИЗА
СИНОПТИЧЕСКИХ
ПЕРИОДОВ, В КАЧЕСТВЕ
НАИБОЛЕЕ
БЛАГОПРИЯТНОГО
ПЕРИОДА БЫЛ ВЫБРАН
ВТОРОЙ ПЕРИОД.

**ДЛЯ ПРАВИЛЬНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ
КОЭФФИЦИЕНТ
ВЕРТИКАЛЬНОГО
ПЕРЕМЕШИВАНИЯ
ДОЛЖЕН ИЗМЕНЯТЬСЯ
С ВЫСОТОЙ!**

КОЭФФИЦИЕНТ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ

ПРОФИЛЬ ВЕРТИКАЛЬНОГО
КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ,
ПОЛУЧЕННЫЙ ОРЛЕМАНСОМ

$$K(z') = 1 - \exp(-(z/L))$$

k_m И k_t - КАЛИБРОВОЧНЫЕ КОНСТАНТЫ,
РЕГУЛИРУЮЩИЕ АМПЛИТУДУ ПРОФИЛЯ

$$K_t(z') = k_t K(z')$$

$$K_m(z') = k_m K(z')$$

НАЧАЛЬНЫЕ И КРАЕВЫЕ УСЛОВИЯ

СОСТАВИМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНУЮ ЗАДАЧУ ДИРИХЛЕ,
ИСПОЛЬЗУЯ СЛЕДУЮЩИЕ
НАЧАЛЬНЫЕ И КРАЕВЫЕ УСЛОВИЯ:

$$\theta'|_{z=0} = C \quad u|_{z=0} = u|_{z=h} - \frac{C_D u|_{z=h}^2 h}{K_m|_{z=0.5h}}$$

$$\theta'|_{z=H} = 0 \quad u|_{z=H} = u_{obs}$$

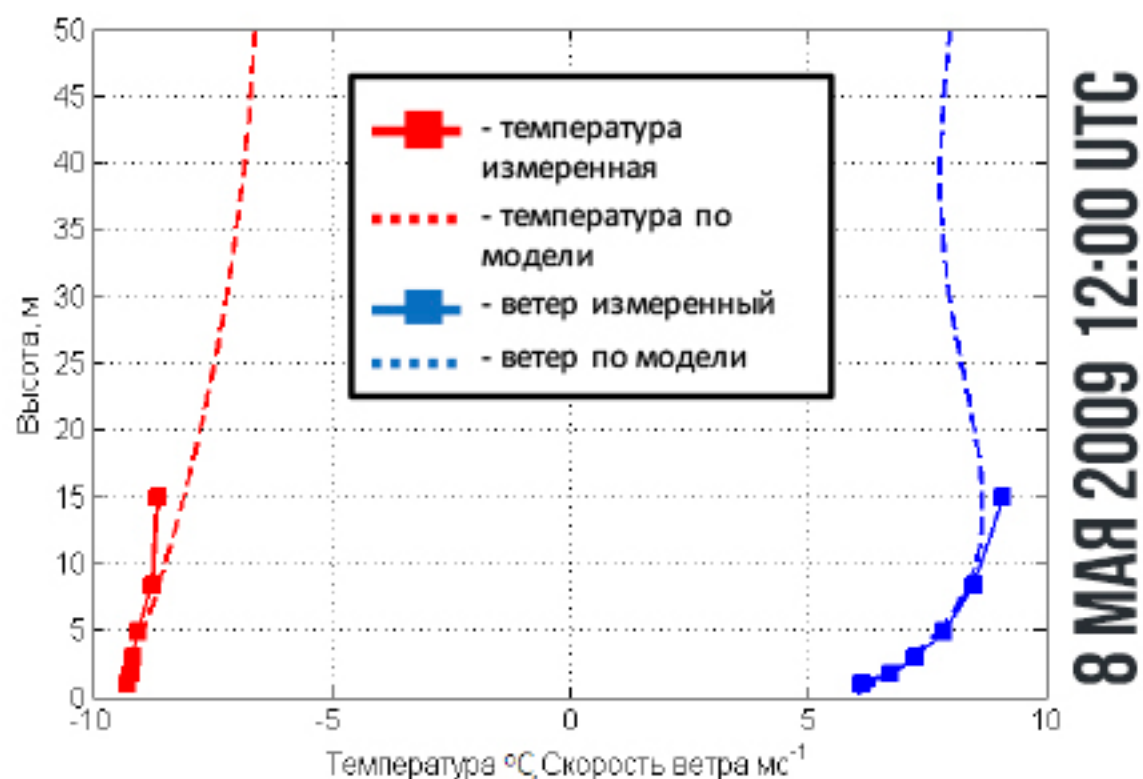
$$u|_{t=0} = \theta'|_{t=0} = 0$$

C — АНОМАЛИЯ
ЗНАЧЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ
ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОВЕРХНОСТИ

C_D — КОЭФФ. ОБМЕНА $C_D = 1,27 \times 10^{-3}$

U_{OBS} — ИЗМЕРЕННЫЙ
ФОНОВЫЙ ПОТОК

ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ РЕАЛЬНЫХ ДАННЫХ



ПО ДАННЫМ АЭРОЛОГИЧЕСКОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ОТ УНИВЕРСИТЕТА
ВАЙОМИНГА:

ЗНАЧЕНИЕ ФОНОВОГО ПОТОКА НА ВЕРХНЕМ
КРАЕВОМ УСЛОВИИ.

ОТКЛОНЕНИЕ ТЕМП-РЫ ОТ ПОВЕРХНОСТИ,
КАК РАЗНИЦА Т ПОВЕРХНОСТИ И Т АТМОСФЕРЫ
НА ВЫСОТЕ 350 М.

ФОНОВЫЙ ГРАДИЕНТ Т ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ($d\theta_m/dz$)

$$k_m = 0.4 \text{ м}^2/\text{с}$$

$$k_t = 0.9 \text{ м}^2/\text{с}$$

$$\theta_0 = 265 \text{ К}$$

$$C = -6.6 \text{ К}$$

$$u_{obs} = 8.6 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 5^\circ$$

$$d\theta_m/dz = 0.003 \text{ К/м}$$

$$\text{ШАГ} = 0.5 \text{ м}$$

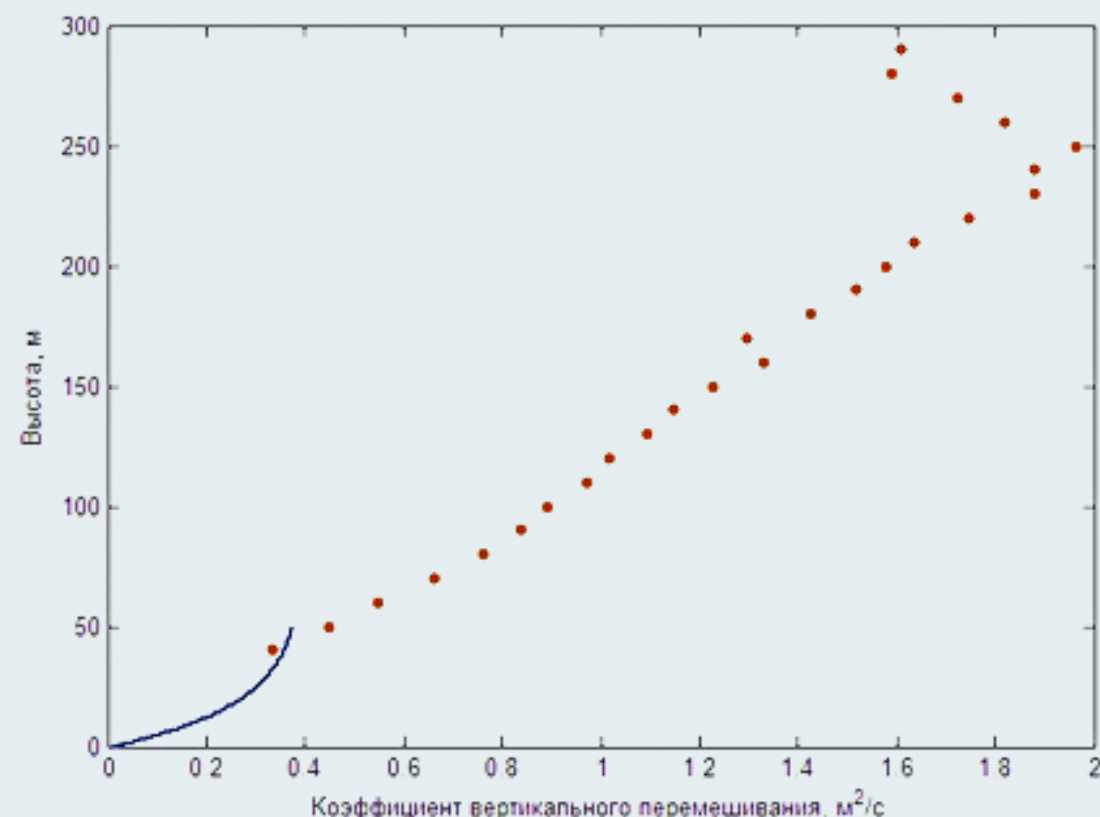
АБСОЛЮТНАЯ ОШИБКА (Ω):

$$\Omega_u = 0.5 \text{ м/с}, \quad \Omega_\theta = 1.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

ОШИБКА ОТНОСИТЕЛЬНОГО МАКСИМУМА (ξ)

$$\xi_u = 6\%, \quad \xi_\theta = 15\%$$

КОЭФФИЦИЕНТ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ПО ДАННЫМ ОБРАБОТКИ СОДАРНЫХ ДАННЫХ



 РАССЧИТАНО ПО ДИСПЕРСИЯМ СКОРОСТИ
 КАЛИБРОВАННЫЙ ПРОФИЛЬ

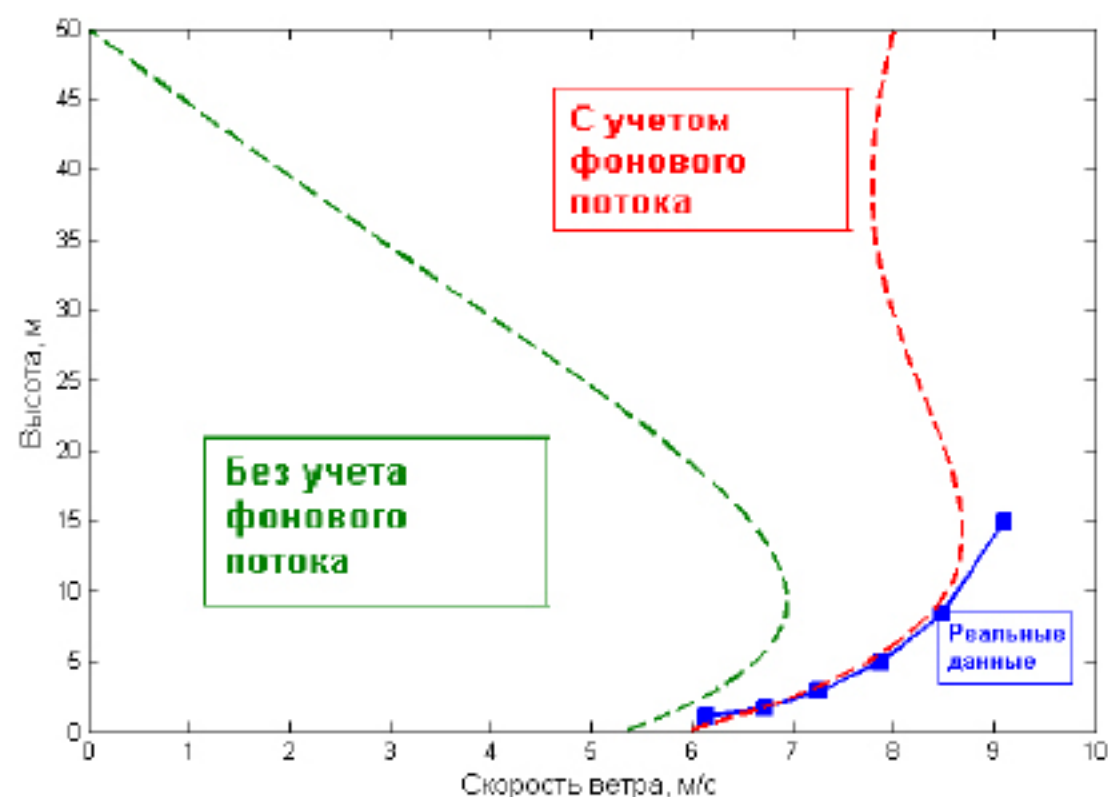
БЛЭКАДАРОВСКОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ
ДЛЯ ПУТИ СМЕШЕНИЯ

$$K = \frac{\lambda}{1 + \lambda/\kappa z} \sqrt{0.5(\overline{u'^2} + \overline{v'^2} + \overline{w'^2})}$$

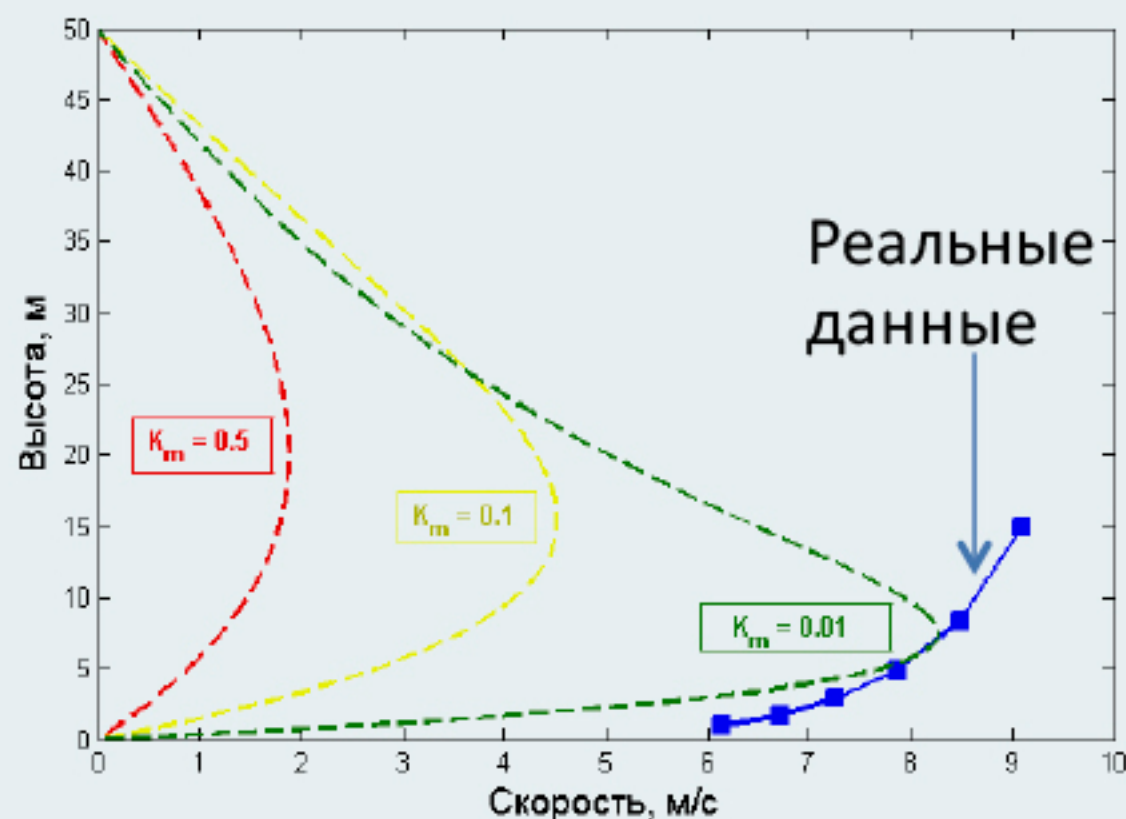
ТКЗ-ЗАМЫКАНИЕ

НА УРОВНЕ 50 МЕТРОВ ПРОИСХОДИТ "СШИВАНИЕ" ПРОФИЛЕЙ. ПОЛУЧЕННЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПО ПОРЯДКУ СОВПАДАЮТ СО ЗНАЧЕНИЯМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ РАНЕЕ С ПОМОЩЬЮ КАЛИБРОВКИ МОДЕЛИ

СРАВНЕНИЕ ТЕОРИИ ПРАНДТЛЯ С РЕАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ



ТЕОРИЯ ПРАНДТЛЯ РАБОТАЕТ ТОЛЬКО В ЧАСТНОМ СЛУЧАЕ С УСЛОВИЕМ ОТСУТСТВИЯ ФОНОВЫХ ДВИЖЕНИЙ.



В РЕАЛЬНОЙ АТМОСФЕРЕ КОЭФФИЦИЕНТ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ПОСТОЯННЫМ С ВЫСОТОЙ.

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

НА ТЕКУЩЕМ ЭТАПЕ РАБОТЫ БЫЛА ПОСТРОЕНА НЕСТАЦИОНАРНАЯ ОДНОМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ЛЕДНИКОВОГО ВЕТРА.

ПОСТРОЕНА ЧИСЛЕННАЯ СХЕМА ДЛЯ МОДЕЛИ, ПРОВЕДЕНА ВЕРИФИКАЦИЯ НА ИЗВЕСТНОМ АНАЛИТИЧЕСКОМ РЕШЕНИИ

БЫЛИ ПРОВЕДЕНЫ ЧИСЛЕННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ С МОДЕЛЬЮ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ С ДАННЫМИ ИЗМЕРЕНИЙ РОССИЙСКО-НОРВЕЖСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА НА ШПИЦБЕРГЕНЕ, ПОКАЗАВШИЕ ХОРОШИЙ РЕЗУЛЬТАТ

БЫЛ УЧТЕН И ОТКАЛИБРОВАН ПРОФИЛЬ КОЭФФИЦИЕНТА ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ

ОБРАБОТАНЫ ДАННЫЕ СОДАРА ПО ДИСПЕРСИИ ВСЕХ КОМПОНЕНТ СКОРОСТИ ВЕТРА. РАССЧИТАННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ХОРОШО СОГЛАСУЕТСЯ С ПОЛУЧЕННЫМ РАНЕЕ ОТКАЛИБРОВАННЫМ ПРОФИЛЕМ

РАБОТА НАД МОДЕЛЬЮ БУДЕТ ПРОДОЛЖЕНА, ПОСТЕПЕННОЕ РАСШИРЕНИЕ МОДЕЛИ ДО ДВУМЕРНОЙ, УЧЕТ НОВЫХ СЛАГАЕМЫХ



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

ОСОБАЯ БЛАГОДАРНОСТЬ:

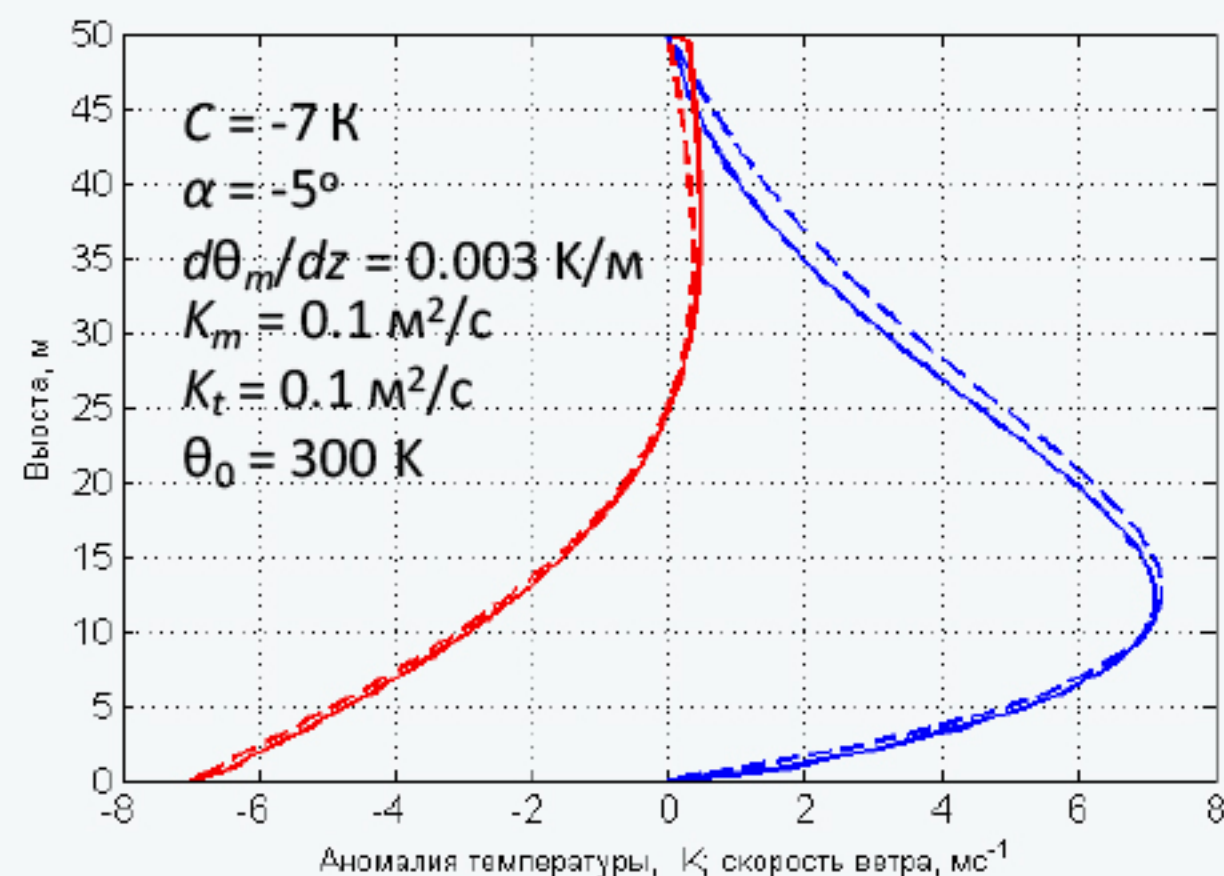
СОТРУДНИКУ ИФА ИМЕНИ ОБУХОВА РАН, Д.Ф-М.Н **РЕПИНОЙ И.А.**

АСПИРАНТУ ИФА ИМЕНИ ОБУХОВА РАН, **ДЕБОЛЬСКОМУ А.В.**

СОТРУДНИКУ ИФА ИМЕНИ ОБУХОВА РАН **КУЗНЕЦОВУ РОСТИСЛАВУ**

НАУЧНОМУ РУКОВОДИТЕЛЮ В.Н.С., К.Ф-М.Н **СТЕПАНЕНКО В.М.**

СРАВНИМ ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ С АНАЛИТИЧЕСКОЙ ФОРМУЛОЙ:



АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ПРАНДТЛЯ:

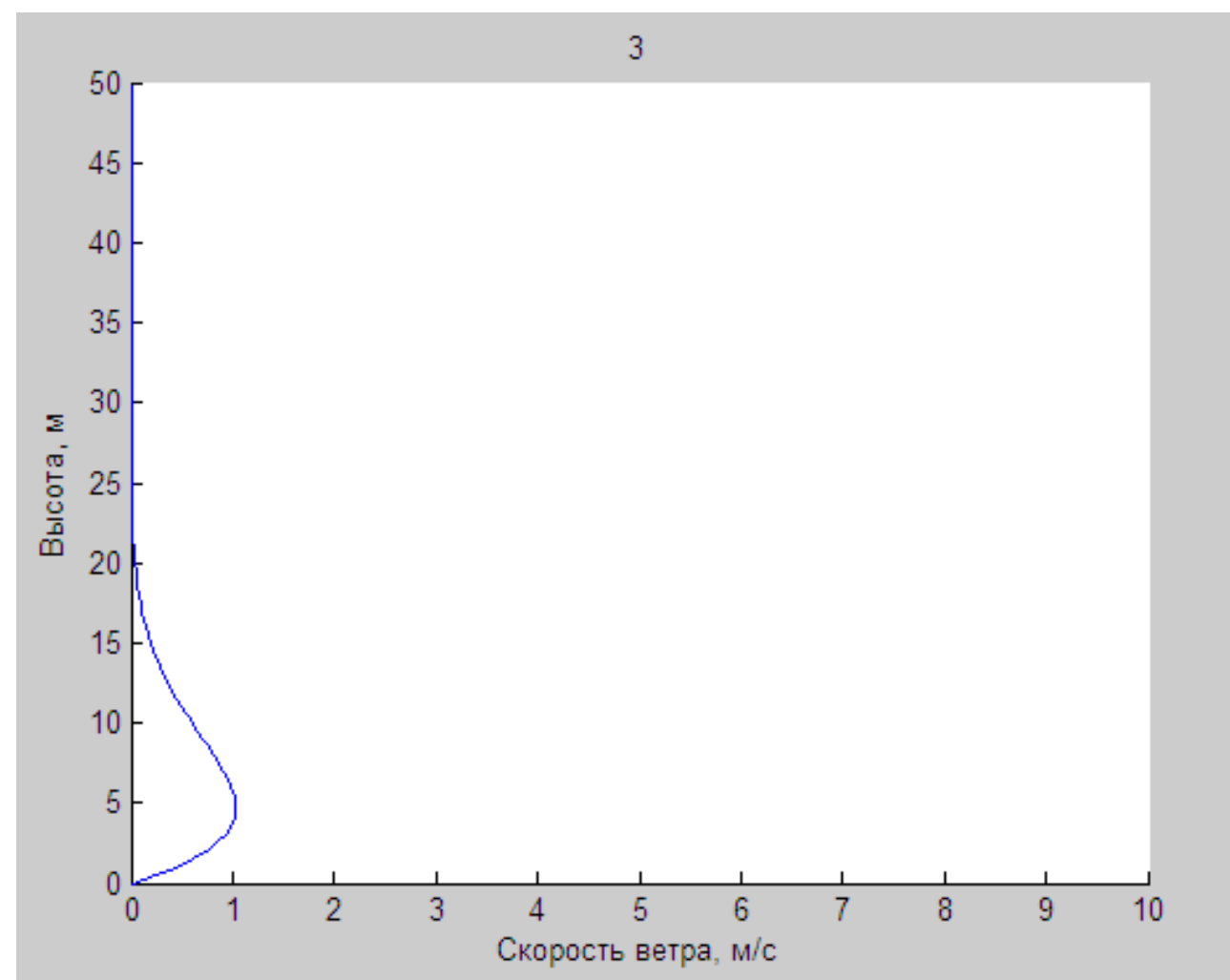
$$\begin{cases} u = \theta'_0 m * \sin(z'/L) \exp(-z'/L) \\ \theta' = \theta'_0 \cos(z'/L) \exp(-z'/L), \\ L = \left(\frac{4k_m k_t \theta_0}{g B \sin \alpha} \right)^{1/4} m = \left(\frac{g k_m}{B k_t^2 \theta_0} \right)^{1/2} \end{cases}$$

НАИБОЛЬШАЯ ОШИБКА ДЛЯ u
СОСТАВЛЯЕТ 8% ОТ МАКСИМУМА,
А ДЛЯ θ' — 4% ОТ МАКСИМУМА.

**ВЫВОД: ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ
СХОДИТСЯ К РЕШЕНИЮ ИСХОДНОЙ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ
В ДОПУСТИМЫХ ПРЕДЕЛАХ
ОТКЛОНЕНИЙ.**

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА НЕ ОТОБРАЖАЕТ ИЗМЕНЕНИЕ ПОТОКА СО ВРЕМЕНЕМ

**ЭВОЛЮЦИЯ ПОТОКА ВО ВРЕМЕНИ.
ЧЕРЕЗ 90 МИНУТ ПОТОК МОЖНО
СЧИТАТЬ УСТОЯВШИМСЯ.**



ОТВЕТ НА ЗАМЕЧАНИЕ РЕЦЕНЗЕНТА

$$\frac{du}{dt} = \frac{\partial}{\partial z} K \frac{\partial u}{\partial z} - g \frac{\theta'}{\theta_0} \sin \alpha - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + lv$$

$$-\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + lv = -\cancel{\frac{1}{\bar{\rho}} \frac{\partial \bar{P}}{\partial x}} - \frac{1}{\rho'} \frac{\partial P'}{\partial x} + \cancel{lv_g} + lv' = 0$$

ГЕОСТРОФИЧЕСКОЕ
СООТНОШЕНИЕ

ОТВЕТ НА ЗАМЕЧАНИЕ РЕЦЕНЗЕНТА

УРАВНЕНИЕ РЕЙНОЛЬДСА
СОДЕРЖИТ ЧЛЕНЫ СЛЕДУЮЩЕГО
ВИДА, УЧИТЫВАЮЩИЕ ТУРБУЛЕНТНЫЕ
ФЛУКТУАЦИИ:

$$\frac{\partial \overline{u'w'}}{\partial z}$$

ТАКИМ ОБРАЗОМ:

$$\frac{\partial \overline{u'w'}}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} K \frac{\partial u}{\partial z}$$

ИЗВЕСТНО ЧТО:

$$\overline{u'w'} = K \frac{\partial u}{\partial z}$$

**УЧЕТ ОСРЕДНЕННЫХ
ТУРБУЛЕНТНЫХ
ФЛУКТУАЦИИ
ЧЕРЕЗ ВЯЗКОСТЬ**

MATLAB R2012b

HOME PLOTS APPS EDITOR PUBLISH VIEW

Find Files Compare Print

Insert Comment Indent

Go To Find

Breakpoints

Run Run and Time Run and Advance

Run Section Advance

FILE EDIT NAVIGATE BREAKPOINTS RUN

Current Folder

Name

Diplom

backup

Data

Spitsbergen

СиноптикаШпиц...

desert.mat

desert.mat.bz2

miniles.mat

miniles.mat.bz2

read.doc

S3_08052009_осо...

S6_08052009_осо...

sodar_read.doc

some materials.doc

svalbard20090502...

Svalbard-report-r...

Погода.xls

СиноптикаШпиц...

S3_08052009_особый день.mat (!)

Name Value

matlab_time <288x1 doubl...

S1 <29x288 dou...

D3A <29x288 dou...

S3 <29x288 dou...

VR1 <29x288 dou...

D3D <29x288 dou...

DA <29x288 dou...

DA1 <29x288 dou...

DA2 <29x288 dou...

Editor - explicitMethod.m*

explicitMethod.m* GAMMA_CHEK.m Test_div10.m delete.m Gamma_check_2.m

```

1 length = 50.0;
2 time = 7200.0;
3 time_partition = 300000.0;
4 length_partition = 100.0;
5 dim_step = length/length_partition;
6 time_step = time/time_partition;
7
8
9
10 sigma_u = time_step/dim_step^2; % Число Куранта для уравнения ветра с коэфф а
11 sigma_t = time_step/dim_step^2; % Число Куранта для уравнения температуры с коэфф а
12
13
14
15 degree = -5*pi/180; % Уклон поверхности
16 phi_0_u = 0; % Нижнее краевое условие для u
17 phi_1_u = 7.3; % Верхнее краевое условие для u
18 phi_0_t = -2.8; % Нижнее краевое условие для t

```

Workspace

Name Value

phi_0_u 0

phi_1_t 0

phi_1_u 7.3000

psy 0

rel <1x100 double>

sigma_t 0.0960

sigma_u 0.0960

step 6.6000

t_pot <3168x6 double>

test 271.4300

test_d <1x100 double>

theta <1x101 double>

theta_anal <1x101 complex dou.

theta_graf <1x101 double>

theta_old <1x101 double>

time <288x1 double>

time_partition 300000

time_step 0.0240

turbulence_NA <1x1 struct>

turbulence_S3 <1x1 struct>

u <1x101 double>

u_anal <1x101 complex dou.

u_graf <1x101 double>

u_old <1x101 double>

u_star 0.0356

vis <1x100 double>

w <1x1062 double>

w_pre <1x481 double>

Command Window

Warning: Function C:\Users\Рыжий красавчик\Documents\MATLAB\Берег\delete.m has the same name as a MATLAB builtin. We suggest you rename the function to avoid a potential name conflict.

>> plot (grad,level2)

Warning: Function C:\Users\Рыжий красавчик\Documents\MATLAB\Берег\delete.m has the same name as a MATLAB builtin. We suggest you rename the function to avoid a potential name conflict.

>> load('C:\Diplom\Data\Spitsbergen\S3_08052009_особый день.mat')

script Ln 13 Col 1 OVR

9:39 06.12.2016

C:\Users\Рыжий красавчик\Documents\MATLAB\Ветер\explicitMethod.m*

EDITOR PUBLISH VIEW

New Open Save Find Files Compare Print Insert Comment Indent Go To Find Breakpoints Run Run and Time Run and Advance Run Section Advance

```
1 - length = 50.0;
2 - time = 7200.0;
3 - time_partition = 300000.0;
4 - length_partition = 100.0;
5 - dim_step = length/length_partition;
6 - time_step = time/time_partition;
7
8
9
10 - sigma_u = time_step/dim_step^2;      % Число Куранта для уравнения ветра с коэфф а
11 - sigma_t = time_step/dim_step^2;      % Число Куранта для уравнения температуры с коэфф а
12
13
14
15 - degree = -5*pi/180;                  % Уклон поверхности
16 - phi_0_u = 0;                         % Нижнее краевое условие для u
17 - phi_1_u = 7.3;                       % Верхнее краевое условие для u
18 - phi_0_t = -2.8;                      % Нижнее краевое условие для t
19 - phi_1_t = 0;                         % Верхнее краевое условие для t
20 - psy = 0;                             % Начальное условие для u и t
21 - mean_theta = 265;                    % Средняя температура в слое.
22
23 - grad_t = 0.003;                      % Вертикальный градиент температуры
24
25 - theta = zeros(1,length_partition + 1);
26 - theta_old = zeros(1,length_partition + 1);
27 - u = zeros(1,length_partition + 1);
28 - u_old = zeros(1,length_partition + 1);
29 - level = zeros(0);
30 - level(1)= 0;
31 - for i=2:length_partition+1
```

script Ln 13 Col 1 OVR

9:40 06.12.2016



```

31 - for i=2:length_partition+1
32 -     level(i) = level(i-1) + dim_step;
33 -     u_old(i) = phi_1_u + phi_1_u*(level(i) - length)/length;
34 -     u(i) = u_old(i);
35 - end
36 - cur_u = zeros(1,length_partition + 1);
37 - cur_t = zeros(1,length_partition + 1);
38 -
39 - % Решенит
40 - k_m = zeros(1,length_partition + 1);
41 - k_h = zeros(1,length_partition + 1);
42 - K = zeros(1,length_partition + 1);
43 - theta_old(1) = phi_0_t;
44 -
45 - u_star = sqrt(1.27E-3);
46 -
47 - data_sodar = 155;
48 - SVu = zeros(0,0);
49 - SVv = zeros(0,0);
50 - SV_mean = zeros(0,0);
51 - l = zeros(0);
52 - KKK_pre = zeros(0);
53 - for i=1:numel(levs)
54 -     beta1 = 295.*pi/180;
55 -     beta2 = 35.*pi/180;
56 -     SVu(1,i) = sin(ZANGLE1)*(VR1(i,data_sodar)*sin(beta1)+VR2(i,data_sodar)*sin(beta2));
57 -     SVv(1,i) = sin(ZANGLE1)*(VR1(i,data_sodar)*cos(beta1)+VR2(i,data_sodar)*cos(beta2));
58 -     SV_mean(1,i) = SVu(i)^2 + SVv(i)^2 + SV3(i,data_sodar)^2;
59 -
60 -     l(i) = 1/(1/(0.4*max(levs(i),0.1)*(1/160)));
61 -     KKK_pre(i) = sqrt(SV_mean(1,i))*l(i);

```



```

53 - for i=1:numel(levs)
54 -     beta1 = 295.*pi/180;
55 -     beta2 = 35.*pi/180;
56 -     SVu(1,i) = sin(ZANGLE1)*(VR1(i,data_sodar)*sin(beta1)+VR2(i,data_sodar)*sin(beta2));
57 -     SVv(1,i) = sin(ZANGLE1)*(VR1(i,data_sodar)*cos(beta1)+VR2(i,data_sodar)*cos(beta2));
58 -     SV_mean(1,i) = SVu(i)^2 + SVv(i)^2 + SV3(i,data_sodar)^2;
59 -
60 -     l(i) = 1/(1/(0.4*max(levs(i),0.1)*(1/160)));
61 -     KKK_pre(i) = sqrt(SV_mean(1,i))*l(i);
62 -     cur_omega(i) = sqrt(SV_mean(1,i))/l(i); %new
63 -     cur_w(i) = SV3(i,data_sodar); %new
64 - end
65 - levs_model = interp1(levs,5:0.05:numel(levs),'spline');
66 - KKK = interp1(KKK_pre,5:0.05:numel(KKK_pre),'spline');
67 - w_pre = interp1(cur_w,5:0.05:numel(cur_w),'spline');
68 - KKK_h = 3*KKK;
69 - omega_pre = interp1(cur_omega,5:0.05:numel(cur_omega),'spline');
70 - L = ((4*mean_theta*KKK(1)*KKK(1))/(sin(degree)^2*grad_t*9.81))^(1/4);
71 - for i=1:100
72 -     K(i) = 1 - exp((-i)*dim_step)/(0.2*L);
73 -     if K(i) == 0
74 -         K(i) = 0.01;
75 -     end
76 -     KK_m(i) = KKK(1)*K(i);
77 -     KK_h(i) = 3*KKK(1)*K(i);
78 -     omega(i) = omega_pre(1)*(1 - exp((-i)*dim_step)/(0.2*L));
79 -     w(i) = w_pre(1)*(1 - exp((-i)*dim_step)/(0.2*L));
80 -
81 - end
82 - k_h = [KK_h, KKK_h];
83 - k_m = [KK_m, KKK];

```

⚠ Line 76: The variable 'KK_m' appears to change size on every loop iteration (within a script). Consider preallocating for speed.

Details Fix

⚠ Line 77: The variable 'KK_h' appears to change size on every loop iteration (within a script). Consider preallocating for speed.

Details Fix

script

Ln 13 Col 1

OVR



EN

9:41
06.12.2016



```

87 -
88 - for j=2:time_partition+1
89 -     % Теперь краевые
90 -     u(1) = phi_0_u;
91 -     u(1) = (u(2) - 1.27E-3*u(2)^2*dim_step/k_m(1));
92 -     u(length_partition+1) = phi_1_u;
93 -     theta(1) = phi_0_t;
94 -     theta(length_partition+1) = phi_1_t;
95 -
96 - for i=2:length_partition
97 -     % Заполняем внутреннюю сетку
98 -     A = ((w(i+1)+w(i))/2)^(-1)*((omega(i+1)^(-2)*w(i+1)*(w(i+1)-w(i))/dim_step*(u_old(i+1)-u_old(i))/dim_step) ...
99 -         -(omega(i)^(-2)*w(i)*(w(i+1)-w(i-1))/(2*dim_step)*(u_old(i+1)-u_old(i-1))/(2*dim_step)))/dim_step;
100 -     B = ((w(i)+w(i-1))/2)^(-1)*((omega(i)^(-2)*w(i)*(w(i+1)-w(i-1))/(2*dim_step)*(u_old(i+1)-u_old(i-1))/(2*dim_step)) ...
101 -         -(omega(i-1)^(-2)*w(i-1)*(w(i)-w(i-1))/dim_step*(u_old(i)-u_old(i-1))/dim_step))/dim_step;
102 -
103 -     gamma(i) = (A - B)/dim_step;
104 -
105 -     u(i) = u_old(i-1)*sigma_u/2*(k_m(i-1) + k_m(i)) + u_old(i)*(1 - sigma_u/2*(k_m(i-1) ...
106 -         + 2*k_m(i) + k_m(i+1))) + u_old(i+1)*sigma_u/2*(k_m(i) + k_m(i+1)) ...
107 -         + time_step*9.8*theta_old(i)/mean_theta*sin(degree) + time_step*gamma(i);
108 -
109 -     theta(i) = theta_old(i-1)*sigma_u/2*(k_h(i-1) + k_h(i)) + theta_old(i)*(1 - sigma_u/2*(k_h(i-1) ...
110 -         + 2*k_h(i) + k_h(i+1))) + theta_old(i+1)*sigma_u/2*(k_h(i) + k_h(i+1)) ...
111 -         - time_step*u_old(i)*grad_t*sin(degree);
112 -
113 -     cur_u(i) = sigma_u*k_m(i);
114 -     cur_t(i) = sigma_t*k_h(i);
115 -
116 -     if j==time_partition+1
117 -         vis(i) = -(sigma_u*((k_m(i+1)+k_m(i))/2 - (k_m(i)+k_m(i-1))/2)*(u_old(i)-u_old(i-1))) + ...
118 -             (((k_m(i)+k_m(i+1))/2)*time_step*(u_old(i+1)-2*u_old(i)+u_old(i-1))/h));

```

script

Ln 90 Col 1 OVR



```

115
116 -     if j==time_partition+1
117 -         vis(i) = -(sigma_u*(((k_m(i+1)+k_m(i))/2 - (k_m(i)+k_m(i-1))/2)*(u_old(i)-u_old(i-1))) + ...
118 -             (((k_m(i)+k_m(i+1))/2)*time_step*(u_old(i+1)-2*u_old(i)+u_old(i-1))/h));
119 -         buoyancy(i) = time_step*9.8*theta_old(i)/mean_theta*sin(degree);
120
121 -         grad(i) = gamma(i);
122 -     end
123 %     if mod(j,60) == 0
124 %         line(u, level);
125 %         line(theta, level, 'Color', 'r');
126 %         title(num2str(j));
127 %         pause(0.00001);
128 %     end
129
130 -     if (isnan(u(i)) || isnan(theta(i)))
131 -         pause;
132 -     end
133
134 %     for i=2:199
135 %         A(i) = (((u(i+1)-u(i-1))/(2*step)))*((w(i+1)-w(i-1))/(2*step))*omega(i)^(-1);
136 %     end
137 %     for i=2:198
138 %         B1(i) = (A(i+1) - A(i-1))/(2*step);
139 %         C1(i) = (w(i+1)^(-1) - w(i-1)^(-1))/(2*step);
140 %     end
141 %     for i=2:197
142 %         B2(i) = (B1(i+1) - B1(i-1))/(2*step);
143 %     end
144 %     for i=1:197
145 %         final(i) = C1(i)*B1(i)-w(i)^(-1)*B2(i);
146 %     end

```

script

Ln 90 Col 1 OVR



EDITOR PUBLISH VIEW

New Open Save Find Files Compare Print Insert Comment Indent Go To Find Breakpoints Run Run and Time Run and Advance Advance

FILE EDIT NAVIGATE BREAKPOINTS RUN

```

124 % line(u, level);
125 % line(theta, level, 'Color', 'r');
126 % title(num2str(j));
127 % pause(0.00001);
128 % end
129
130 if (isnan(u(i)) || isnan(theta(i)))
131     pause;
132 end
133
134 % for i=2:199
135 %     A(i) = (((u(i+1)-u(i-1))/(2*step)) * ((w(i+1)-w(i-1))/(2*step))) * omega(i)^(-1);
136 % end
137 % for i=2:198
138 %     B1(i) = (A(i+1) - A(i-1))/(2*step);
139 %     C1(i) = (w(i+1)^(-1) - w(i-1)^(-1))/(2*step);
140 % end
141 % for i=2:197
142 %     B2(i) = (B1(i+1) - B1(i-1))/(2*step);
143 % end
144 % for i=1:197
145 %     final(i) = C1(i)*B1(i)-w(i)^(-1)*B2(i);
146 % end
147 end
148 theta_old(:) = theta(:);
149 u_old(:) = u(:);
150 disp(j);
151 end
152 % Графики
153 % Ветер plot(WindS3.Wind_speed_ms(1873,:), TemperatureS3.level_m); figure(gcf); hold all; plot(u, level)
154 % Температура plot(TemperatureS3.temperature0C(1873,:)+6.6, TemperatureS3.level_m); figure(gcf); hold all; plot(theta, level

```

script

Ln 90 Col 1 OVR