

# **Математическое моделирование аэродинамики улиц с домами разной высоты с использованием OpenFoam**

*Волик Мария Владимировна<sup>1,2</sup>,  
Зурабов А.С.<sup>2</sup>, Тигиев З.В.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Южный математический институт  
ВНЦ РАН и РСО-Алания,*

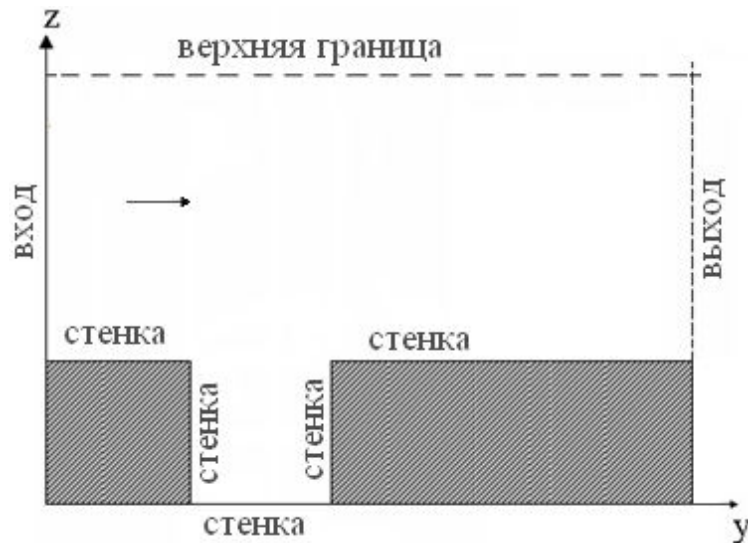
*<sup>2</sup>Финансовый университет при Правительстве РФ,  
г. Владикавказ  
volikmv@mail.ru*

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} = -U_y \frac{\partial \omega}{\partial y} - U_z \frac{\partial \omega}{\partial z} - \left( \frac{\partial^2}{\partial y^2} - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \langle u_y u_z \rangle + \frac{1}{\text{Re}} \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial z^2} \right)$$

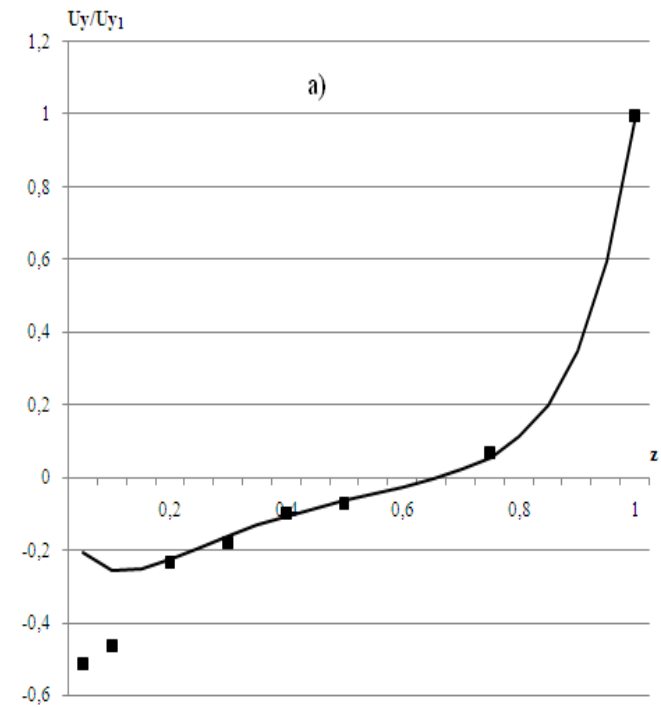
$$\omega = - \left( \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right)$$

$$v_t = \sqrt{Kl}$$

$$\frac{\partial K}{\partial t} = -U_y \frac{\partial K}{\partial y} - U_z \frac{\partial K}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial y} \left( v_K \frac{\partial K}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( v_K \frac{\partial K}{\partial z} \right) + P_K - \varepsilon$$



Расчетная область



Распределение горизонтальной составляющей скорости воздуха по высоте домов в центре улицы

Кривая – предлагаемая модель

Значки ■ – экспериментальные данные (Uehara K., Murakami S., Oikawa S., Wakamatsu S. Wind tunnel experiments on how thermal stratification affects flow in and above urban street canyon // Atmospheric Environment. 2000. V. 34. P. 1533.)

**OpenFOAM** (Open Field Operation and Manipulation) – это набор средств языка программирования C++ для настройки и расширения численных решателей для задач механики сплошной среды, включая вычислительную гидродинамику.

UniHUB.ru  
проект ИСП РАН

Технологическая платформа программы  
"Университетский кластер"

Мои сообщения (0)

Поиск

Выйти Настройки

Мария Волки (m.volik)

Главная Личный кабинет Ресурсы Пользователи О проекте

Наши ресурсы доступны для Ваших задач в режиме 24/7

Однако нам удается экономить энергию благодаря разработанным алгоритмам динамического отключения неиспользуемых вычислительных узлов. Вы можете быть уверены в том, что в любой момент времени мы включаем ровно столько узлов, сколько необходимо вашей задаче.

С помощью UniHUB Вы можете:

- проводить исследования и обмениваться опытом внутри групп,
- обучать и проходить обучение с помощью учебных курсов и обучающих материалов,
- добавлять приложения и материалы, используя удобную форму загрузки.

UniHUB - виртуальная вычислительная лаборатория, ориентированная на повышение эффективности процессов разработки, внедрения и моделирования вычислительных задач.

Предоставляет возможность совместной работы представителей различных научно-исследовательских сообществ.

[Информация о ресурсах](#) | [Добавить проект](#)

**РЕСУРСЫ**

Популярные теги: [OpenFOAM](#) [SALOME](#)

[WebDAV](#) [Workspace](#) [GPGPU](#) [CUDA](#) [CFD](#)

[GIS](#) [Open CAD-CAE](#) [Open CFD](#) [Office](#) [MPI](#)

[qsub mpirun](#) [blockMesh](#) [Torque](#) [Meshing](#)

[CALCULIX](#) [fidesys](#) [Paraview](#) [OpenMP](#)

[eclipse](#) [aerogasdynamics](#) [CAE](#) [induced](#)

[groovyBC](#) [Далее >](#)

[Учебные курсы](#), [Файлы](#), [Публикации](#), [Лекции](#),

**НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Нет новых материалов.

[Посмотрите, что еще нового >](#)

**СОБЫТИЯ**

**ИЮНЬ 02** На странице группы « Web лаборатория UniCFD» опубликованы результаты последних исследований

**ИЮНЬ 02** Опубликована видео запись лекций и лабораторных работ учебного трека «Пакет OpenFOAM - платформа для решения задач МСС»

[Другие события >](#)

## Граничные условия для скорости:

- на входе фиксированное значение (10 м/с);
- на верхней и выходной границах – нулевой градиент ( $\frac{\partial U}{\partial n} = 0$ );
- на стенках домов и дне уличного каньона – фиксированное значение, равное нулю;

## Граничные условия для избыточного давления:

- на входе, верхней и нижней границах принимался нулевой градиент ( $\frac{\partial P}{\partial n} = 0$ ),
- на выходе — фиксированное значение, равное нулю;

## Граничные условия для турбулентной вязкости:

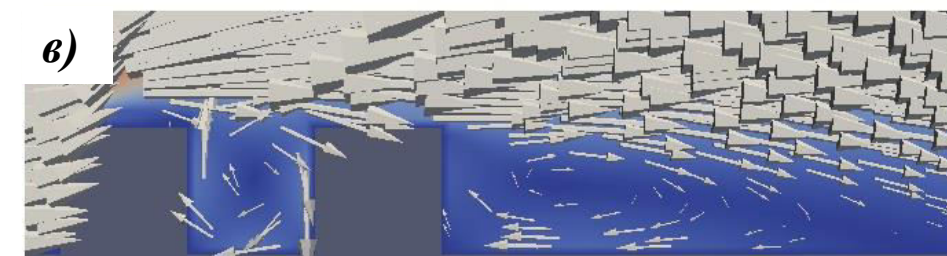
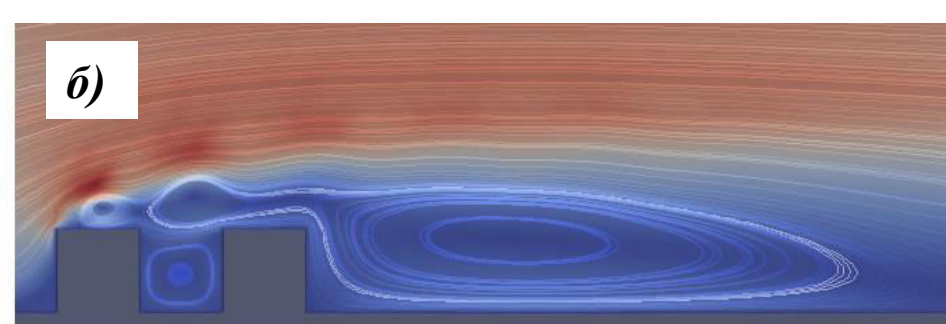
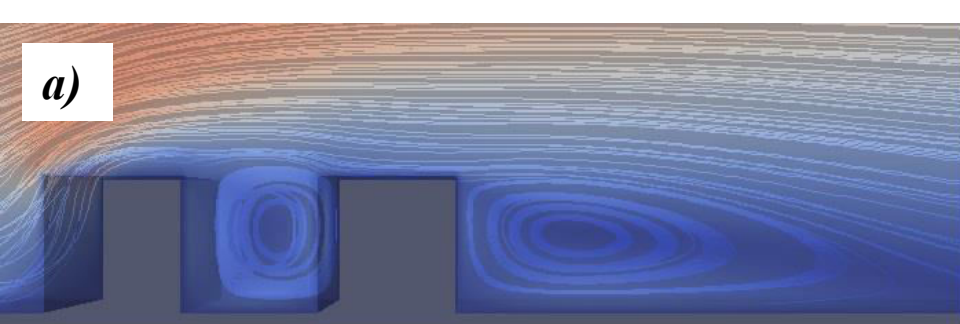
- на входе, выходе и верхней границе – значения поля получены по  $K - \varepsilon$  модели,
- на нижней границе (стенках) – пристеночная функция `nutkWallFunction`.

## Граничные условия для энергии турбулентности:

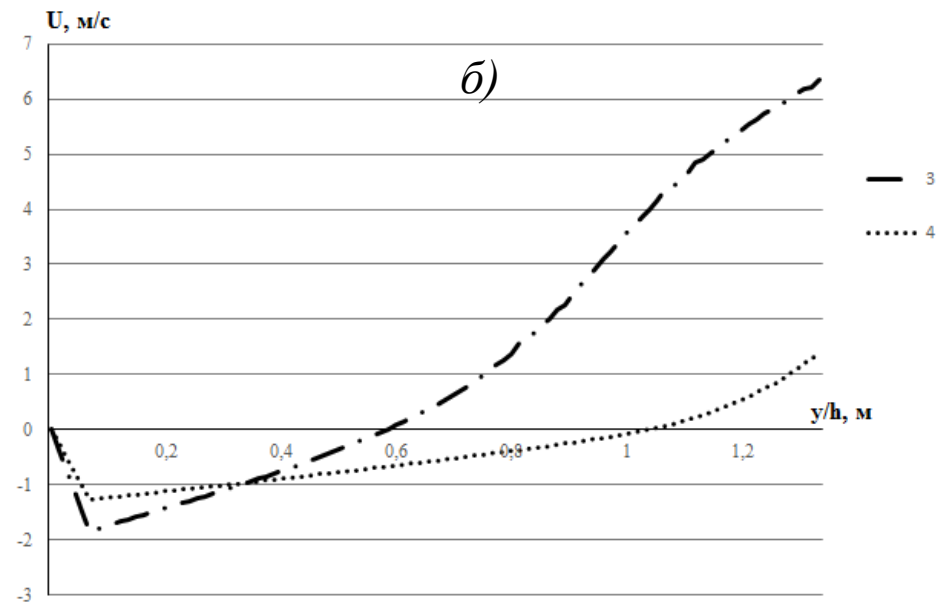
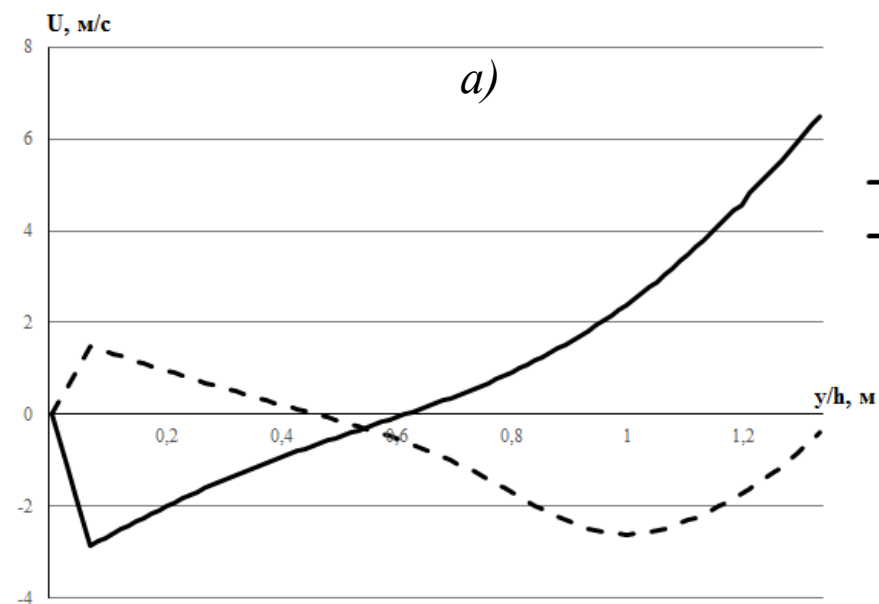
- на входе – фиксированное значение  $K=0.00325$
- на выходе и верхней границе – нулевой градиент ( $\frac{\partial K}{\partial n} = 0$ ),
- на нижней границе – пристеночная функция `kqRWallFunction`.

# Граничные условия для скорости диссипации энергии турбулентности:

- на входе— фиксированное значение  $\varepsilon = 0.000765$
- на выходе и верхней границе — нулевой градиент ( $\frac{\partial \varepsilon}{\partial n} = 0$ ),
- на нижней границе —или пристеночная функция `epsilonWallFunction`

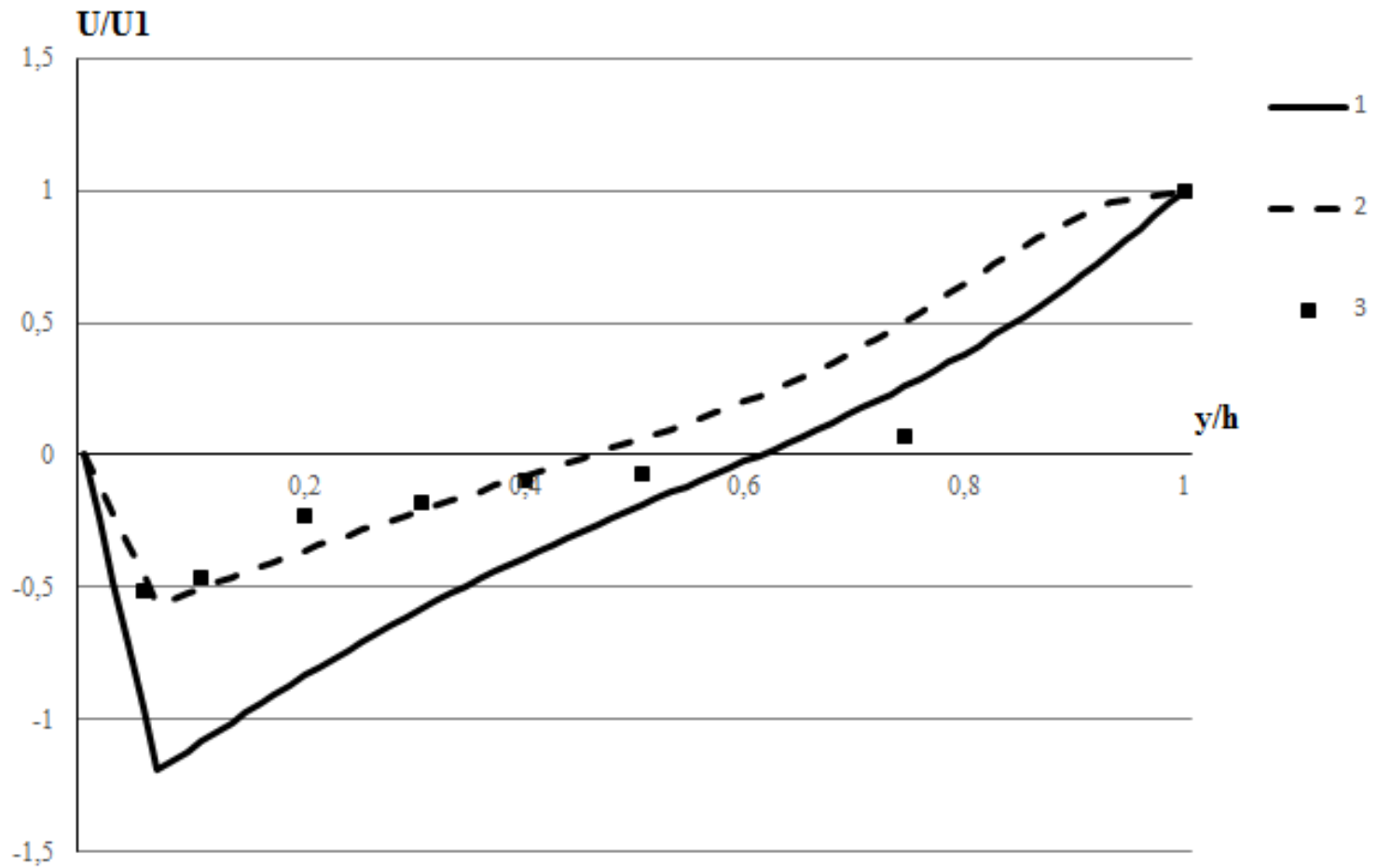


Фрагменты расчетной области



Распределение нормированной горизонтальной составляющей скорости воздуха по высоте домов в центре улиц (а) и в следе за застройкой на расстоянии 7.5м (б)





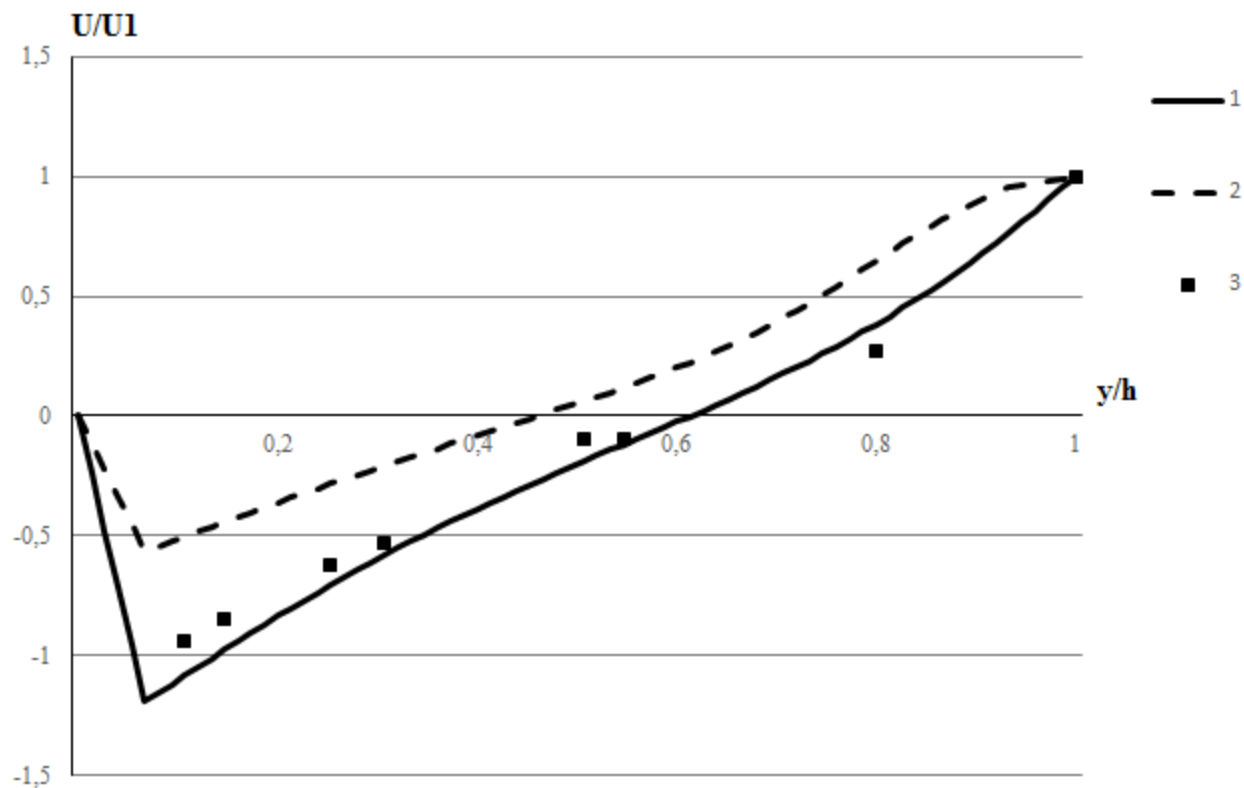
*Распределение горизонтальной составляющей скорости воздуха по высоте домов в центре улиц*

*Кривая 1 – трехмерный расчет*

*Кривая 2 – двумерный расчет*

*Значки ■ – экспериментальные данные (Uehara K., Murakami S., Oikawa S., Wakamatsu S. Wind tunnel experiments on how thermal stratification affects flow in and above urban street canyon // Atmospheric Environment. 2000. V. 34. P. 1533.)*





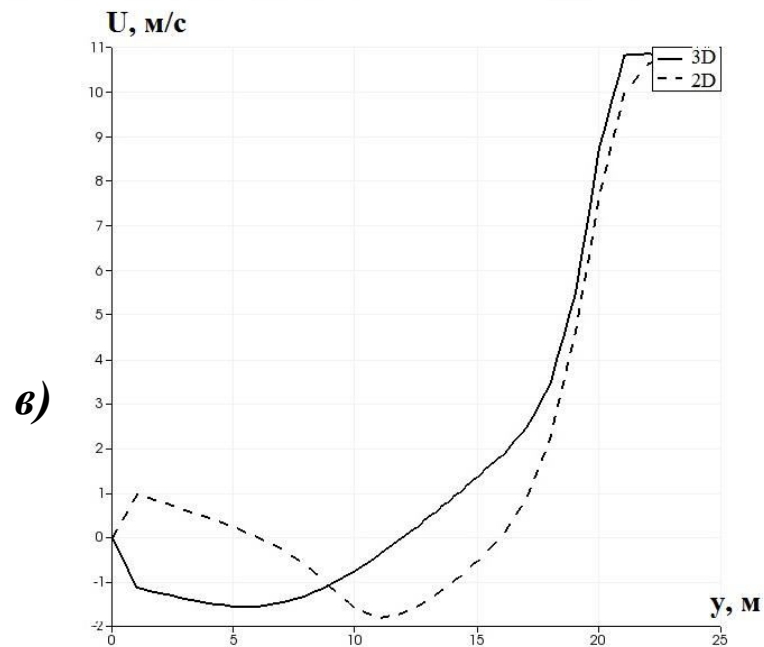
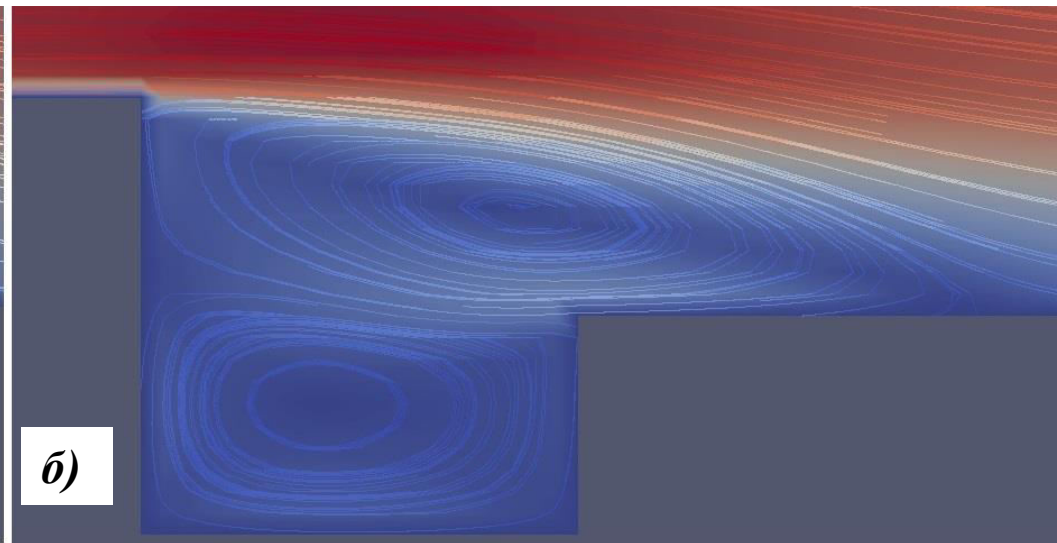
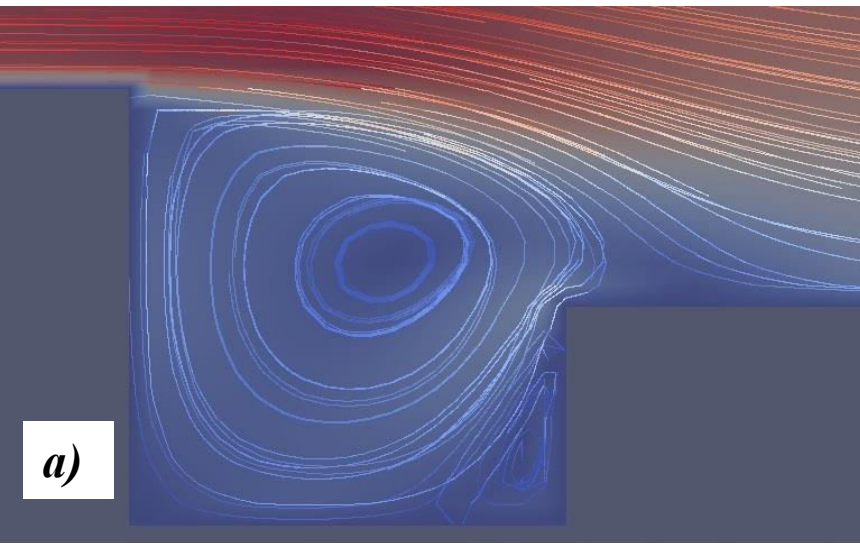
*Распределение горизонтальной составляющей скорости воздуха по высоте домов в центре улиц*

*Кривая 1 – трехмерный расчет*

*Кривая 2 – двумерный расчет*

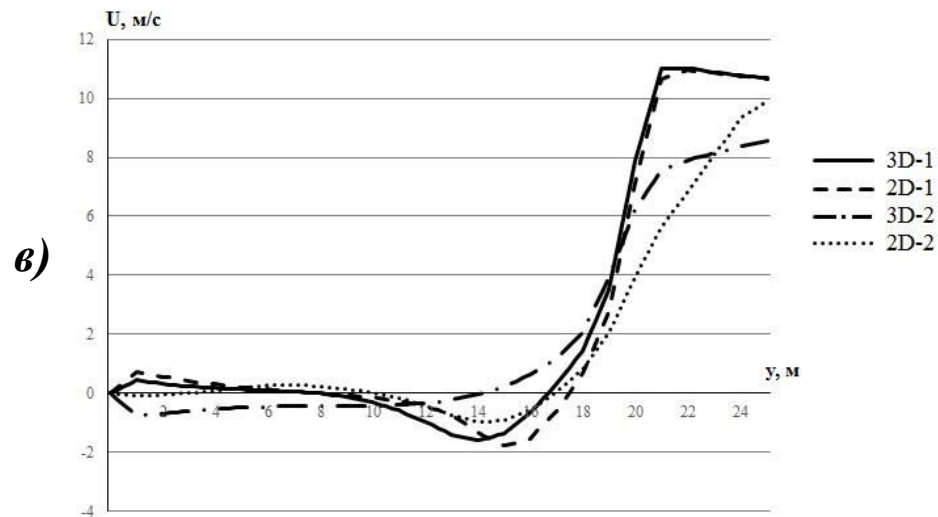
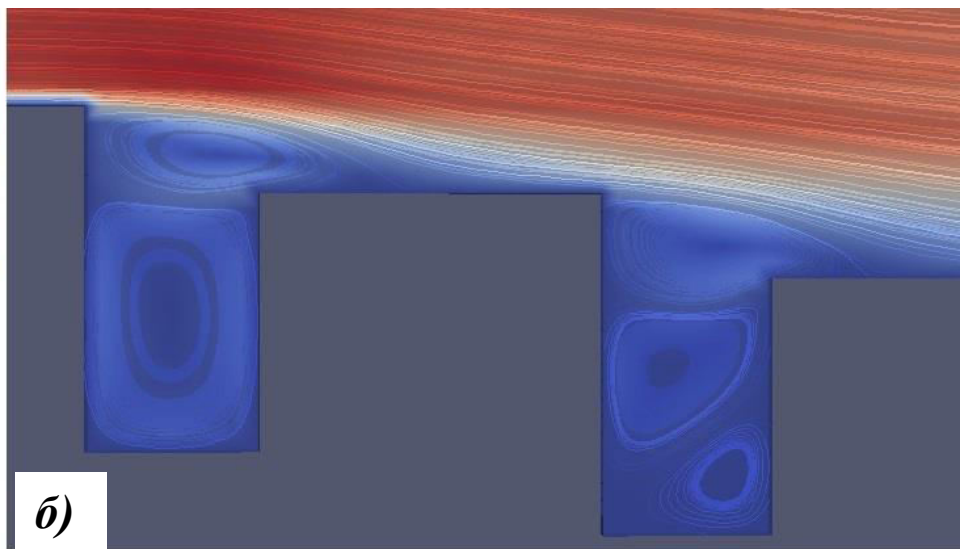
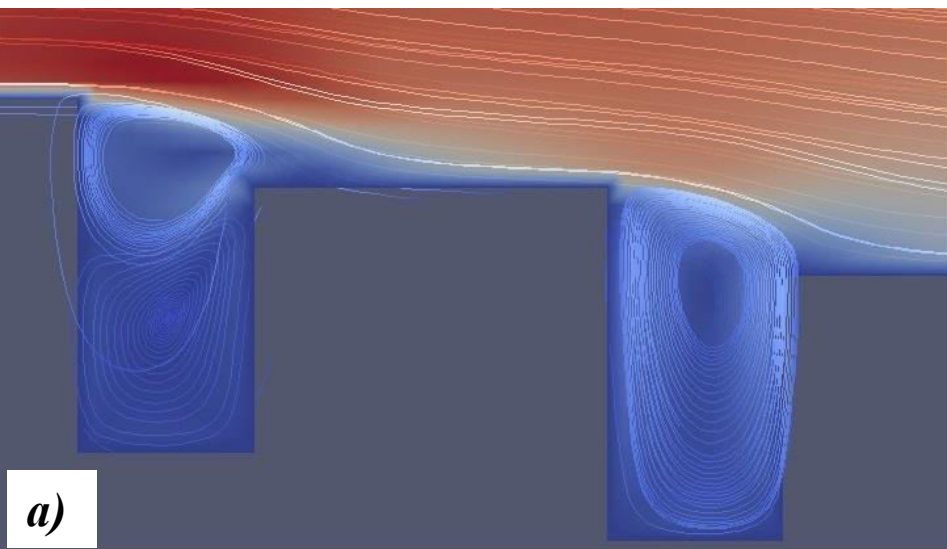
*Значки ■ – экспериментальные данные (Kastner-Klein P., Fedorovich E., Rotach M.W. A wind tunnel study of organised and turbulent air motions in urban street canyons // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. 2001. V. 89. P. 849–861)*

# Фрагменты расчетной области



Распределение горизонтальной составляющей скорости воздуха по высоте домов в центре улиц (в)

# Фрагменты расчетной области



Распределение горизонтальной составляющей скорости воздуха по высоте домов в центре улиц (в)

***Спасибо за внимание!***

*Волик М. В., volikmv@mail.ru,  
ЮМИ ВНЦ РАН и РСО-Алания, Финуниверситет при Правительстве РФ, г. Владикавказ*