



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АВТОМОБИЛЬНО-
ДОРОЖНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

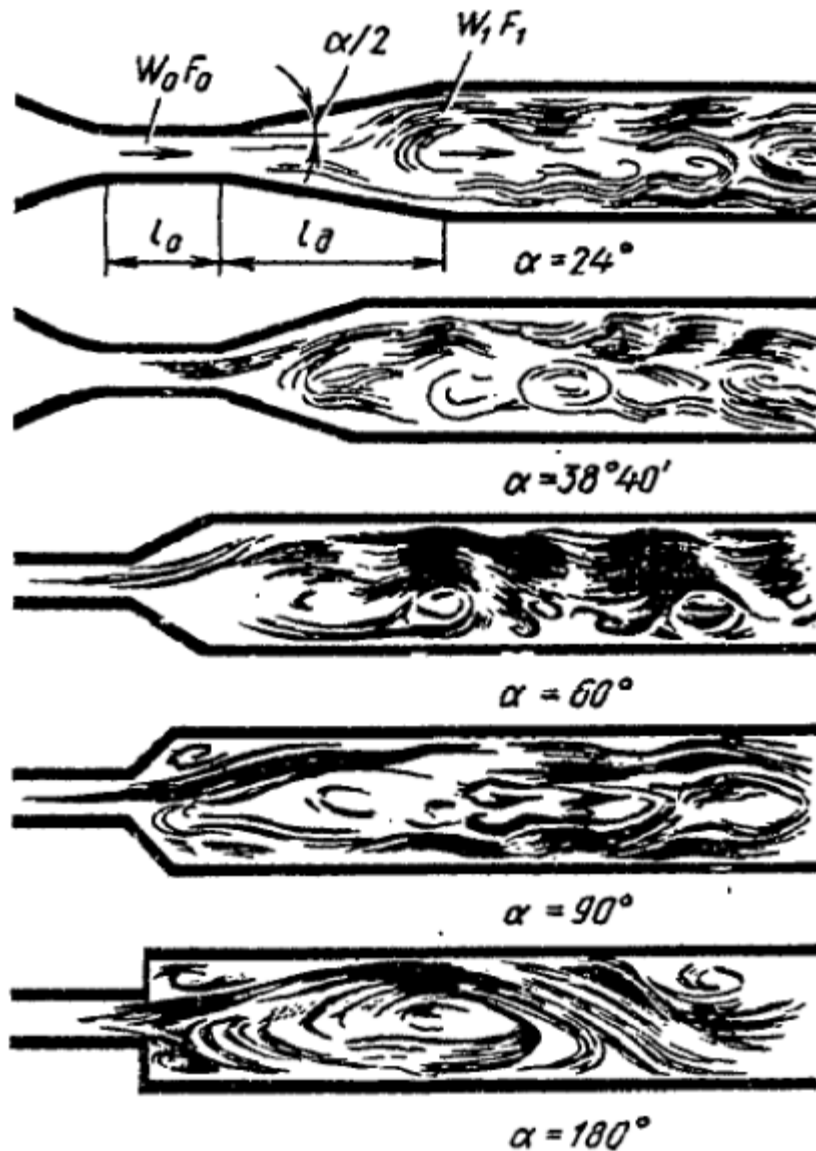
“РАСЧЕТ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ДИФФУЗОРАХ”

**Докладчик:
Яссир Бай,
группа А-23**

**Руководитель:
проф. Роговой А.С.**

Харьков 2019

ДИФФУЗОРЫ В СЕТИ



Для перехода от меньшего сечения трубы (канала) к большему (преобразования кинетической энергии потока в потенциальную или динамического давления в статическое) с минимальными потерями полного давления устанавливают плавно расширяющийся участок-*диффузор*

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИФФУЗОРОВ

Вследствие того, что в диффузоре с ростом площади поперечного сечения средняя скорость потока при увеличении угла расширения α падает, общий коэффициент сопротивления диффузора, приведенный к скорости в узком (начальном) сечении, становится до определенных пределов α меньшим, чем для такой же длины участка трубы постоянного сечения с площадью, равной начальной площади сечения диффузора.

Начиная с некоторого угла расширения диффузора заданной длины, дальнейшее увеличение этого угла значительно повышает коэффициент сопротивления, так что он становится во много раз большим, чем для прямой трубы той же длины.

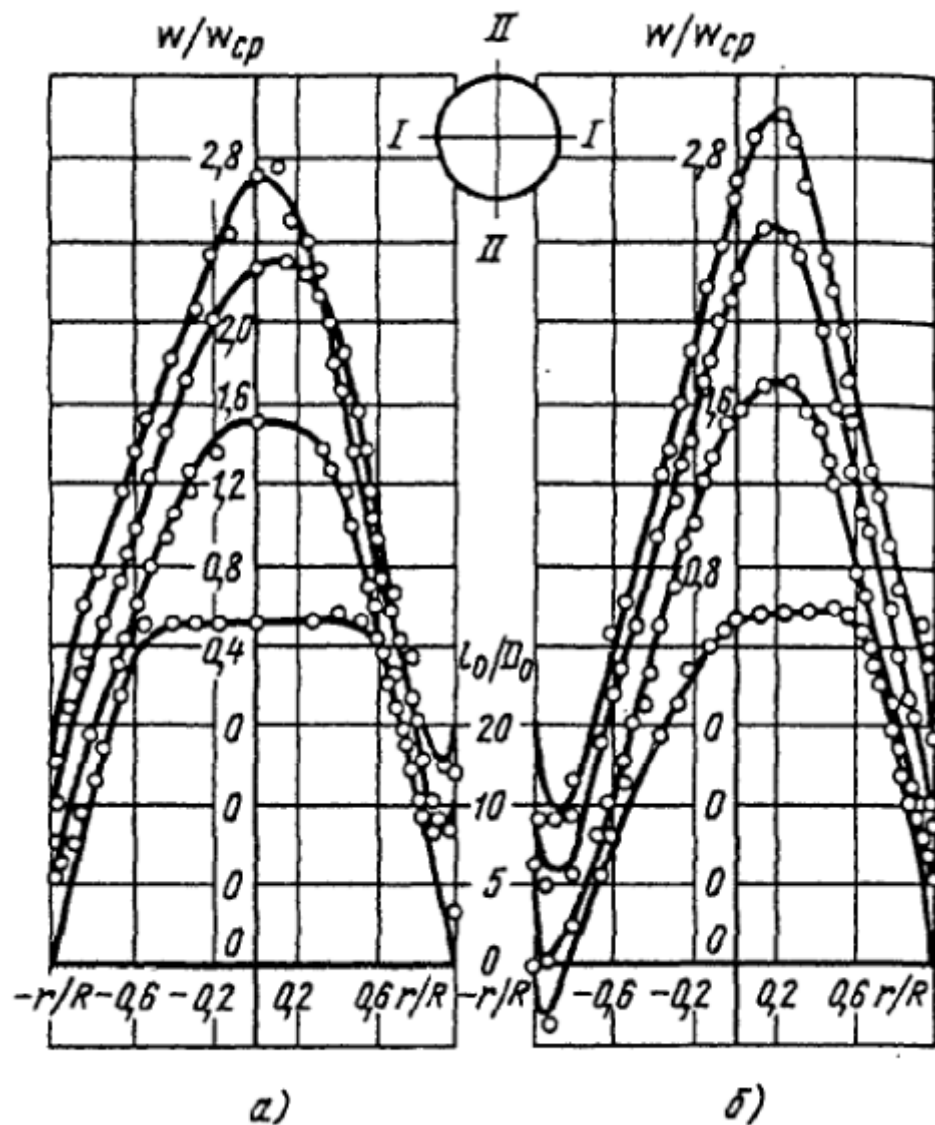
Возрастание коэффициента сопротивления диффузора заданной длины с дальнейшим увеличением угла расширения вызывается усиливающимся турбулентным перемешиванием потока, отрывом пограничного слоя от стенки диффузора и связанным с этим сильным вихреобразованием.

Пограничный слой отрывается от стенок под воздействием положительного градиента давления вдоль диффузора, возникающего вследствие падения скорости при увеличении поперечного сечения (согласно уравнения Бернулли).

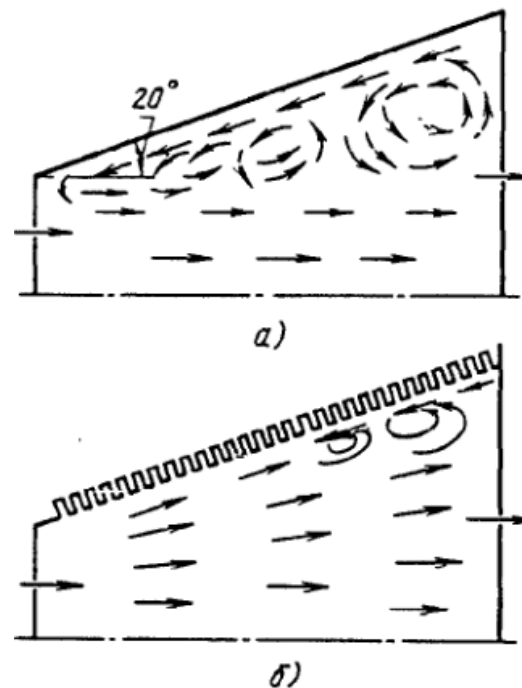
Основными геометрическими характеристиками диффузоров с прямыми стенками являются угол расширения α , степень расширения $n_{n1} = F_1 / F_0$ и относительная длина l_d / D_0 . Эти величины связаны между собой соотношением:

$$\frac{l_d}{D_0} = \frac{n_{n1} - 1}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$$

ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ В КОНИЧЕСКОМ ДИФФУЗОРЕ



Поля скоростей в коническом диффузоре при $\alpha = 10^\circ$ по сечению $n_x = 4$ при $Re = (4..5) \cdot 10^5$ и различных l_0 / D_0 : а – диаметр I-I; б – диаметр II-II.



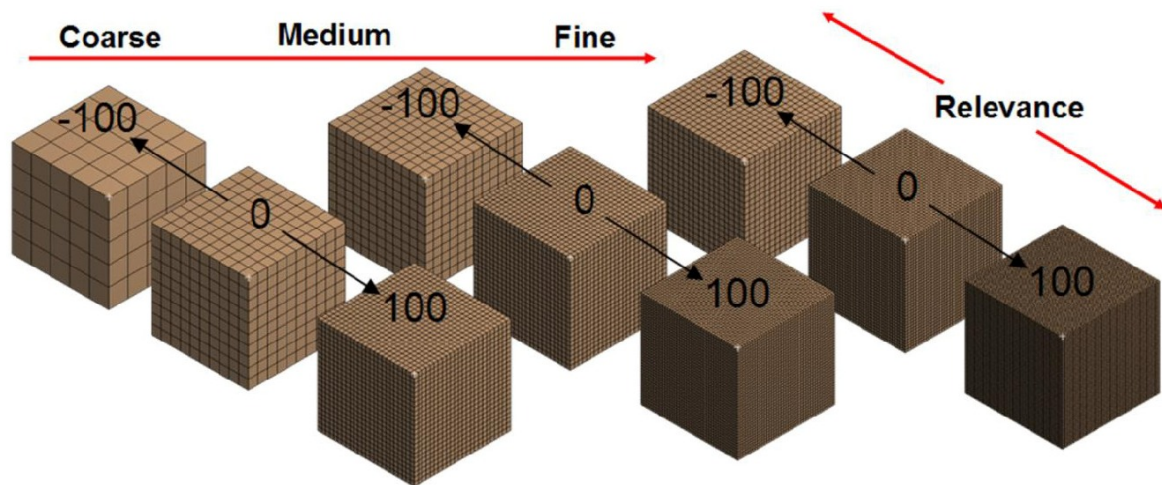
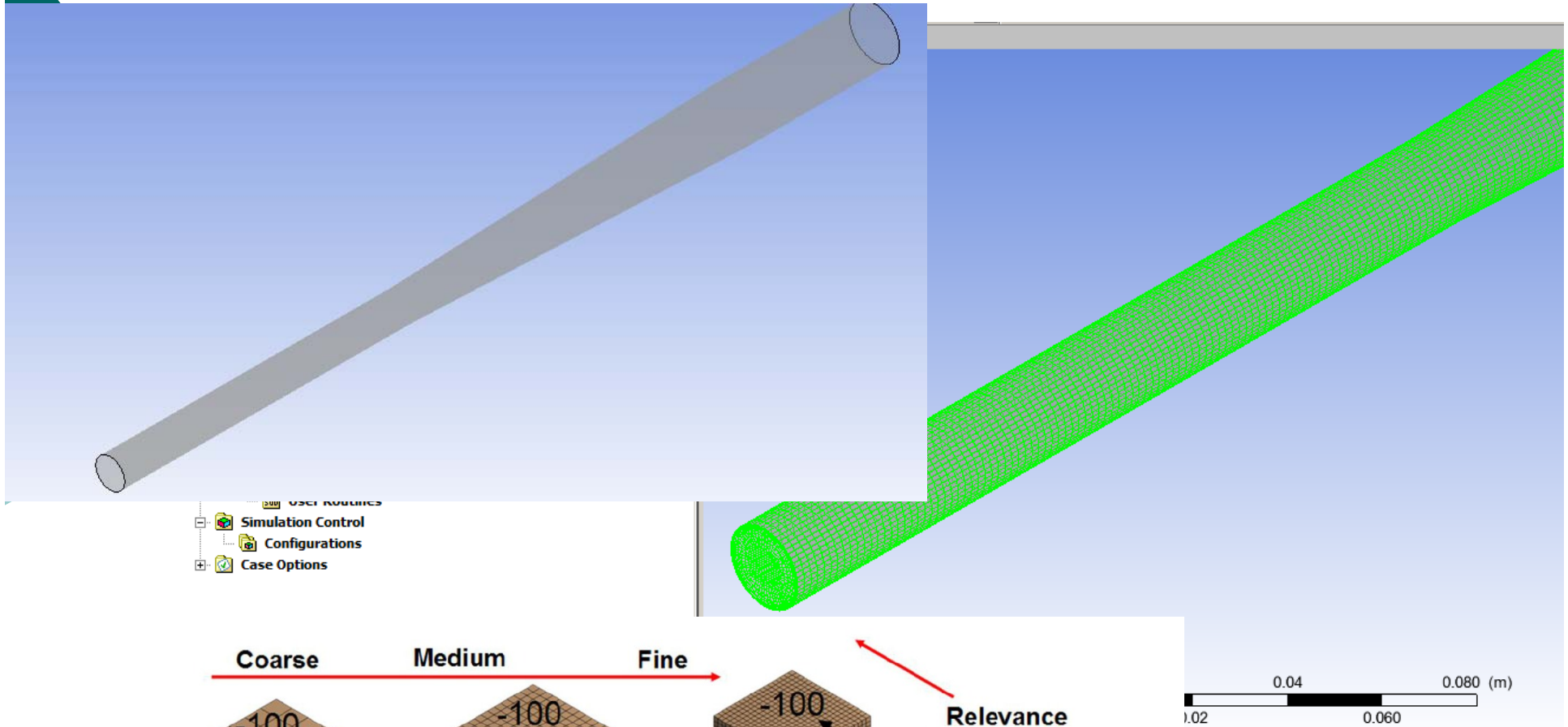
ПРОГРАММНАЯ СРЕДА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

The screenshot shows the ANSYS Workbench software interface. The main window is titled "test - Workbench". The interface is divided into several panes:

- Toolbox (1):** Located on the left, it contains various analysis and design tools. The "Fluid Flow (FLUENT)" option is highlighted.
- Project Schematic (2):** The central workspace showing a project hierarchy. The "Solution" component is selected, and a "Parameter Set" is connected to it.
- Properties of Schematic AS: Solution (3):** A table on the right showing the configuration for the selected solution component.
- Messages (4):** A table at the bottom center displaying system messages, including a warning about the CFX Solver not producing a results file.
- Progress (5):** A table at the bottom left showing the status and progress of the solution component.

At the bottom of the window, there are buttons for "Hide Progress" and "Hide 4 Messages".

ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

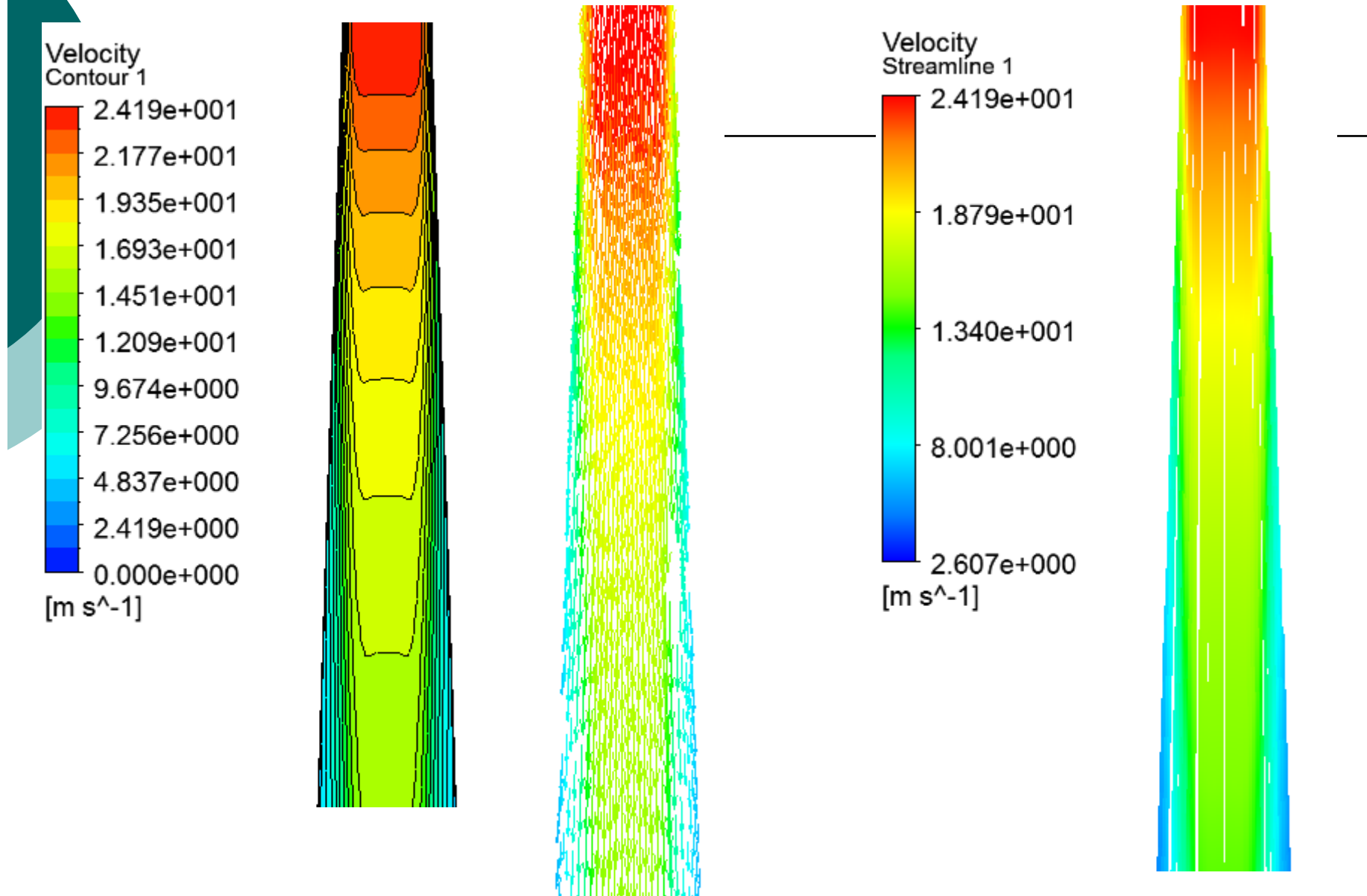


ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ

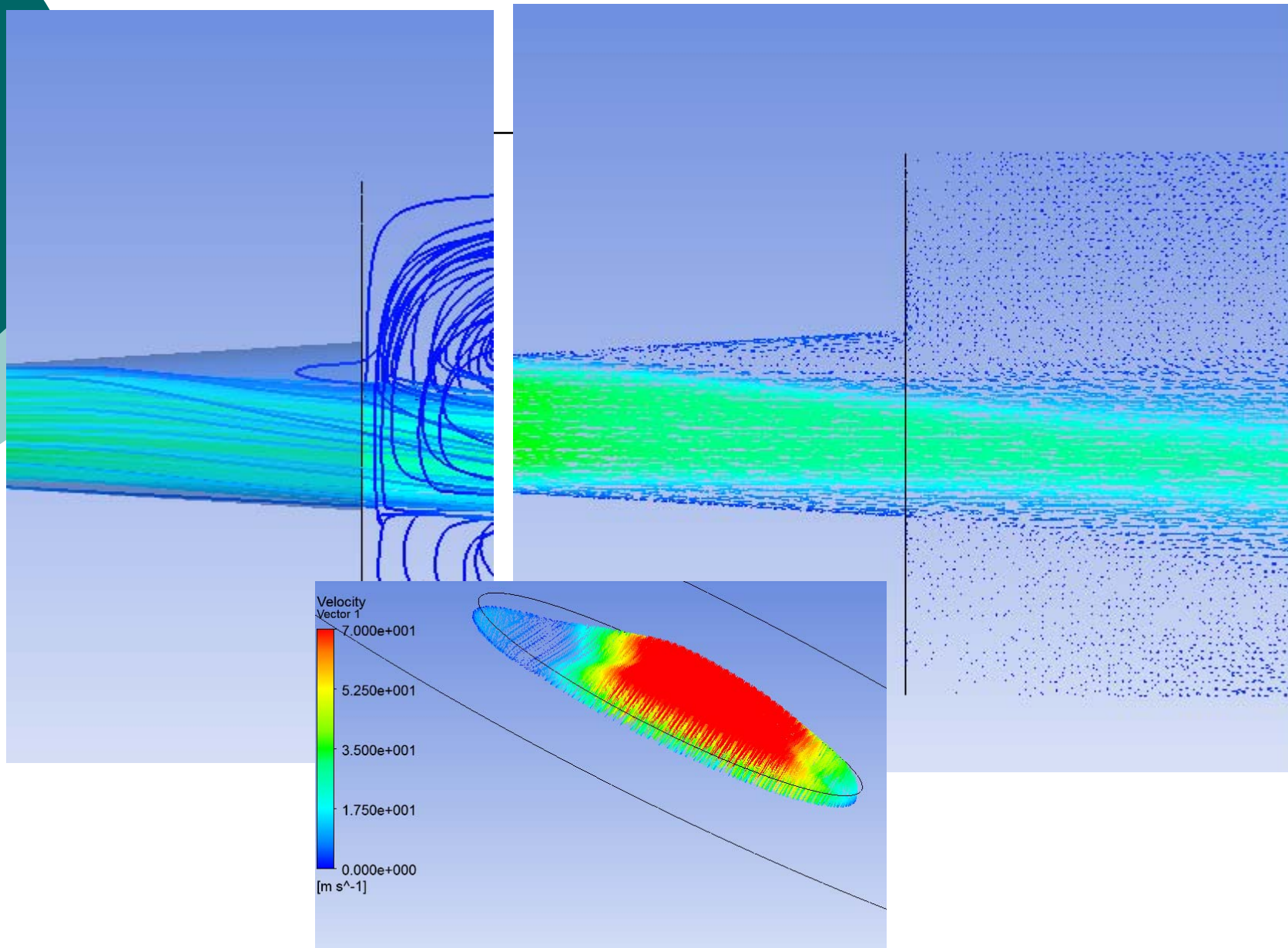
The image displays a CFD software interface with the following components:

- Tree View (Left):** Shows the simulation hierarchy: Mesh (diff.cfx5), Connectivity, Simulation (Flow Analysis 1), Analysis Type, Default Domain, Solver, Coordinate Frames, Materials, Reactions, Expressions, Functions and Variables, Additional Variables, Expressions, User Functions, User Routines, Simulation Control, Configurations, and Case Options.
- 3D Model (Center):** A perspective view of a pipe with a green circular outlet. Arrows indicate flow direction from the inlet to the outlet.
- Boundary Condition Panels:**
 - Top Panel (Wall):** Shows settings for a wall boundary. Under "Mass And Momentum", the "Option" is set to "No Slip Wall" and "Wall Velocity" is unchecked. Under "Wall Roughness", the "Option" is set to "Smooth Wall".
 - Bottom-Left Panel (Inlet):** Shows settings for an inlet boundary. Under "Flow Regime", the "Option" is "Subsonic". Under "Mass And Momentum", the "Option" is "Normal Speed" and the "Normal Speed" is set to $22.5 \text{ [m s}^{-1}\text{]}$. Under "Turbulence", the "Option" is "Medium (Intensity = 5%)".
 - Bottom-Right Panel (Outlet):** Shows settings for an outlet boundary. Under "Flow Regime", the "Option" is "Subsonic". Under "Mass And Momentum", the "Option" is "Average Static Pressure", "Relative Pressure" is 0 [Pa] , and "Pres. Profile Blend" is 0.05 . Under "Pressure Averaging", the "Option" is "Average Over Whole Outlet".

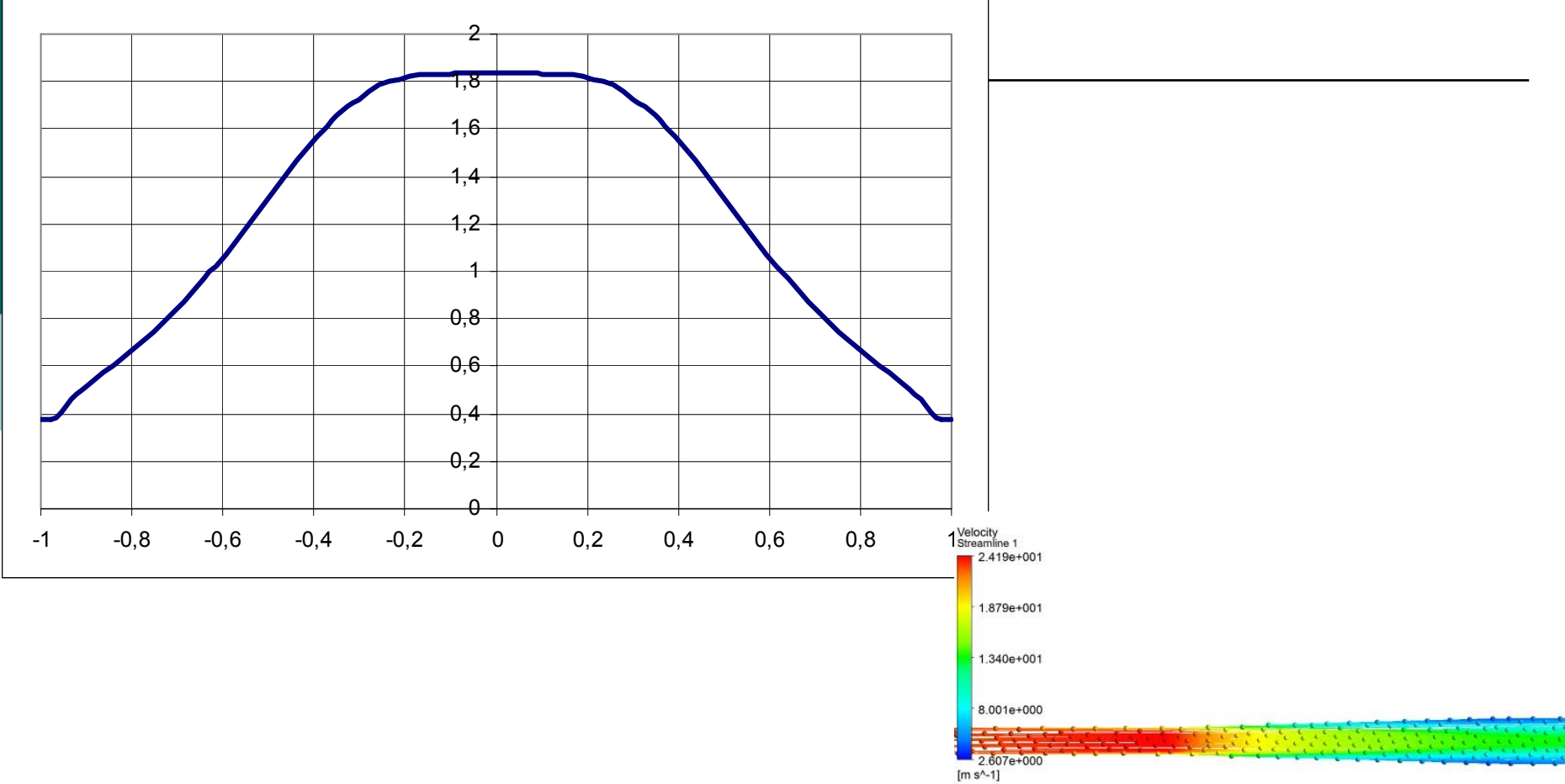
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ТЕЧЕНИЯ В ДИФФУЗОРЕ



РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ДИФФУЗОРА С УГЛОМ 14



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ ПРИ СООТНОШЕНИИ ПЛОЩАДЕЙ РАВНОМ 3



0 0.025 0.050 0.075 0.100 (m)



ВЫВОДЫ

Проведены исследования течения жидкости в диффузорах с разным углом раскрытия: 10 и 14° численным способом на основе решения осредненных уравнений Рейнольдса. При угле 14° наблюдается отрыв потока от стенок диффузора, что соответствует экспериментальным исследованиям течения. Расчеты произведены с использованием программного комплекса Ansys CFX на основе студенческой лицензии.

Построено распределение скоростей в сечении и произведено сравнение экспериментальных данных с расчетными. Разница в значениях составляет 15%.