

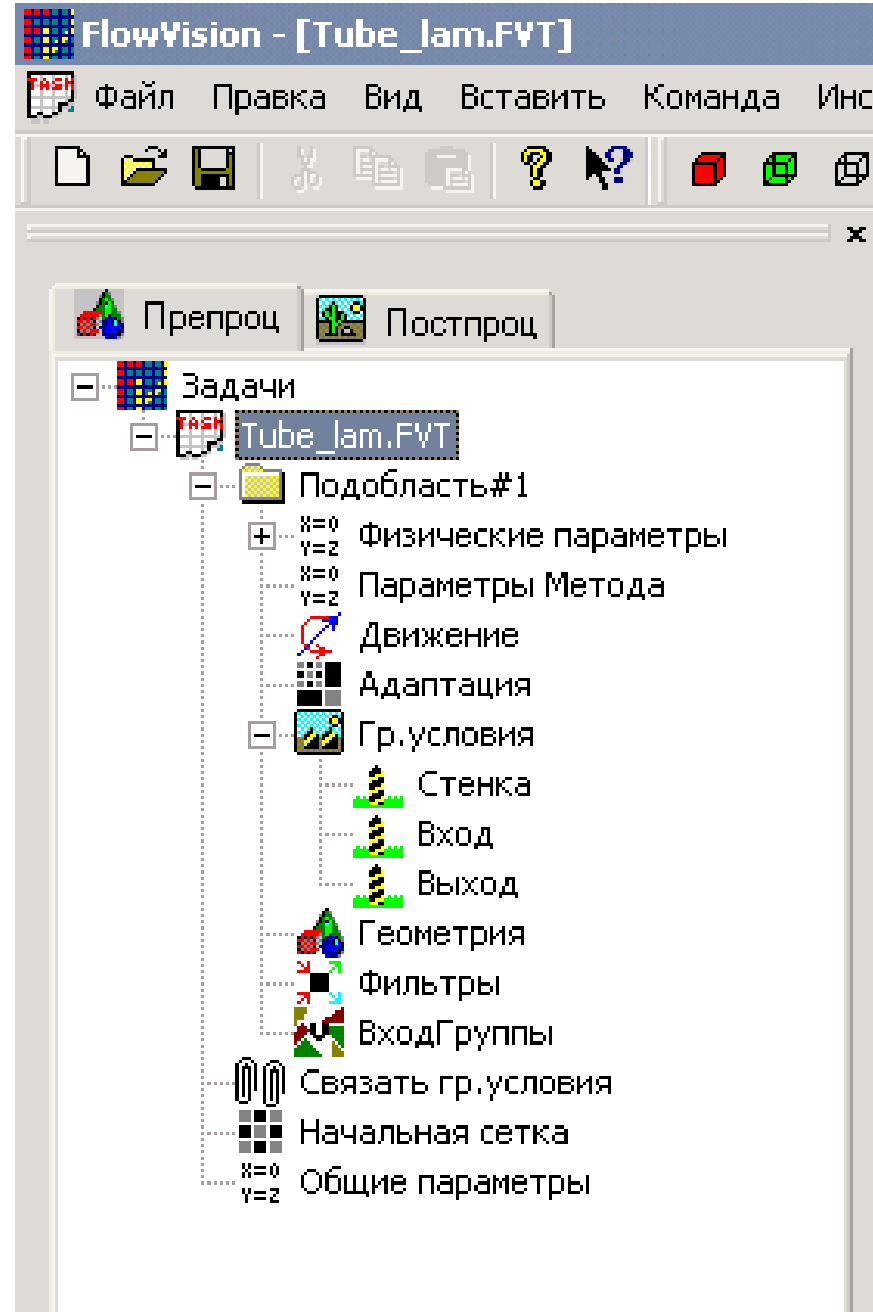
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Сухоцкий Альберт Борисович

Шаги пользователя при работе с FlowVision

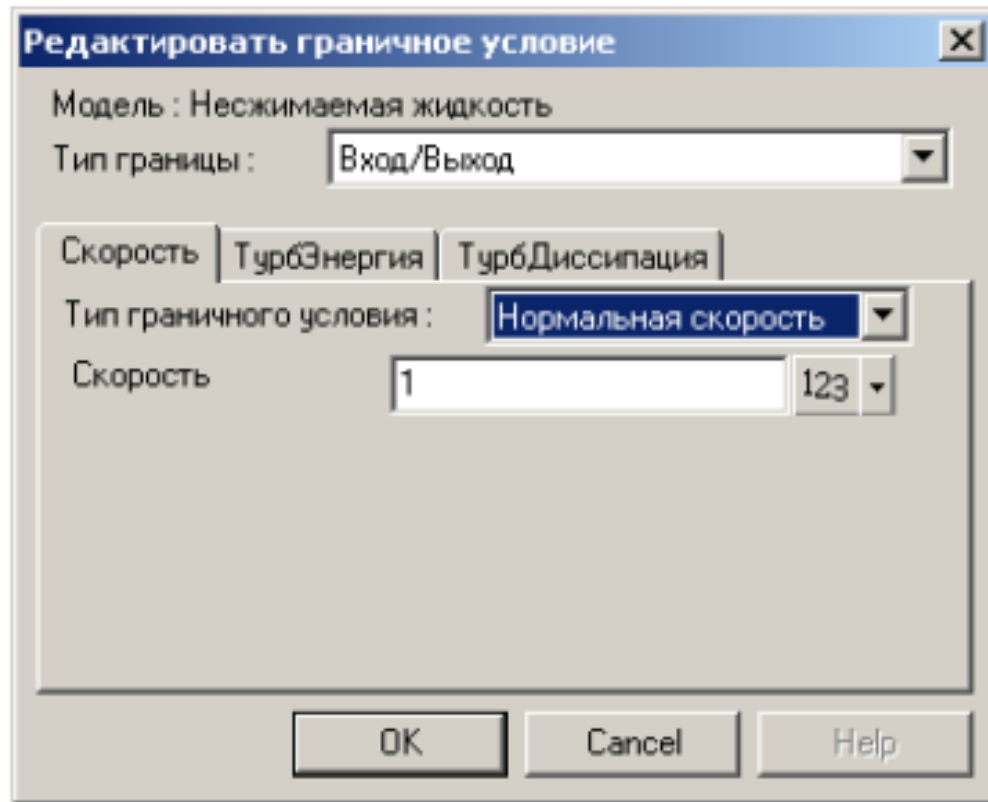
Шаг 3. Задание граничных условий

В ветви дерева «Гр. условия» выделить соответствующую границу в дереве (при этом в основной части окна помеченная граница окрашивается в цвет, заданный ранее).



Для облегчения дальнейшей работы границы желательно переименовать (назвав «Стенка», «Вход», «Выход» и т.п.) либо через пункт контекстного меню «Переименовать», либо через окно свойств граничного условия.

Далее открыть окно редактирования граничного условия, либо через пункт контекстного меню **«Редактировать»**, либо через кнопку **«Ed»** в окне свойств.



В **FlowVision** существует две группы типов границ:

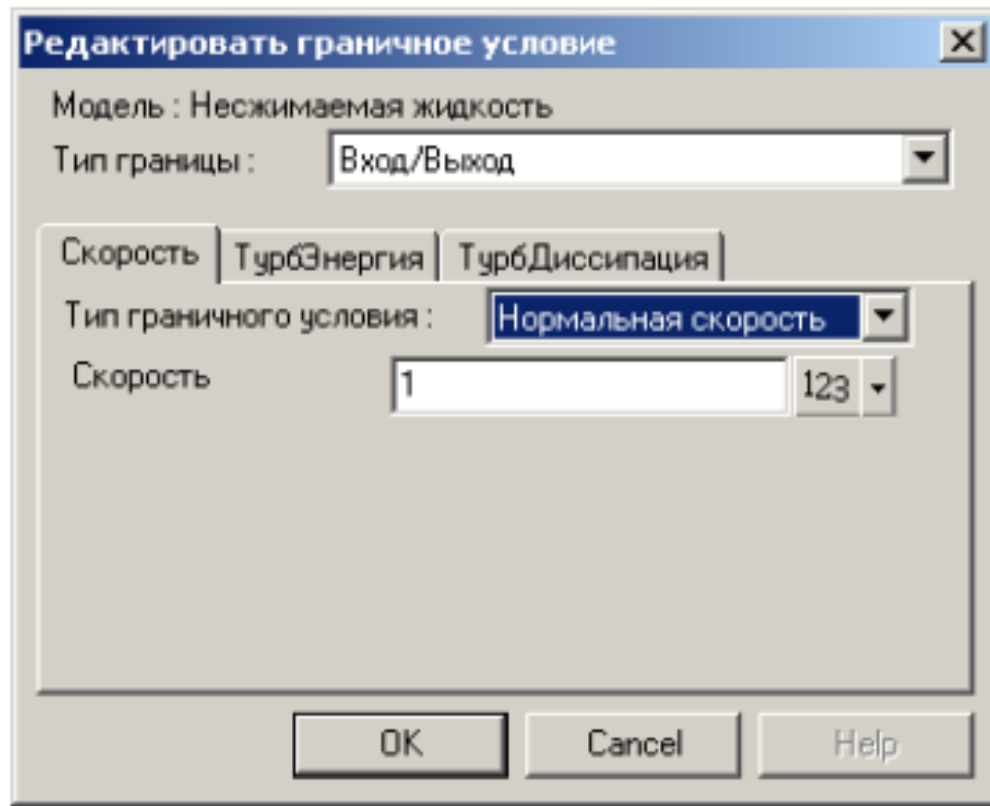
1. стенка с и без вдува,
2. специальные границы (периодические, сопряженные граничные условия и скользящая поверхность).

Типы границ **стенка с и без вдува** включает следующие типы границ:

- Стенка (твердая стенка без протекания),
- Вход/Выход (стенка со вдувом или отсосом),
- Свободный выход (стенка со свободным выходом),
- Симметрия (условие симметричности).

Эти типы имеются во всех моделях, за исключением **Твердый материал**, в которой имеются только типы **Стенка** и **Симметрия**.

Каждый тип границы включает в себя наборы граничных условий для каждой независимой переменной данной математической модели.



Тип границы Стенка

Имя граничного условия	Граничное условие	Задаваемая величина
Стенка	$v_n = 0, \quad v_t = 0$	нет
Стенка с проскальзыванием	$v_n = 0, \quad \frac{dv_t}{dn} = 0$	нет
Тангенциальная закрутка	ω	ω – угловая скорость потока в 1/с
Стенка, логарифмический закон	$v_n = 0, \quad \tau = \mu \left. \frac{\partial u}{\partial y} \right _{v=0}$	Абсолютная эквивалентная шероховатость в МКМ

Тип границы **Вход/Выход**

Имя граничного условия	Граничное условие	Задаваемая величина
Нормальная скорость	$v = v_n, \quad v_t = 0$	v_n
Вектор скорости	$ \mathbf{v} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2},$	$v_x, v_y, v_z,$
Давление	$v = v_n$ или $\frac{\partial v_n}{\partial n} = 0,$	$p,$
Закрутка скорости	$v = v_n, \quad v_t = 0$	$v_n, \quad \omega$

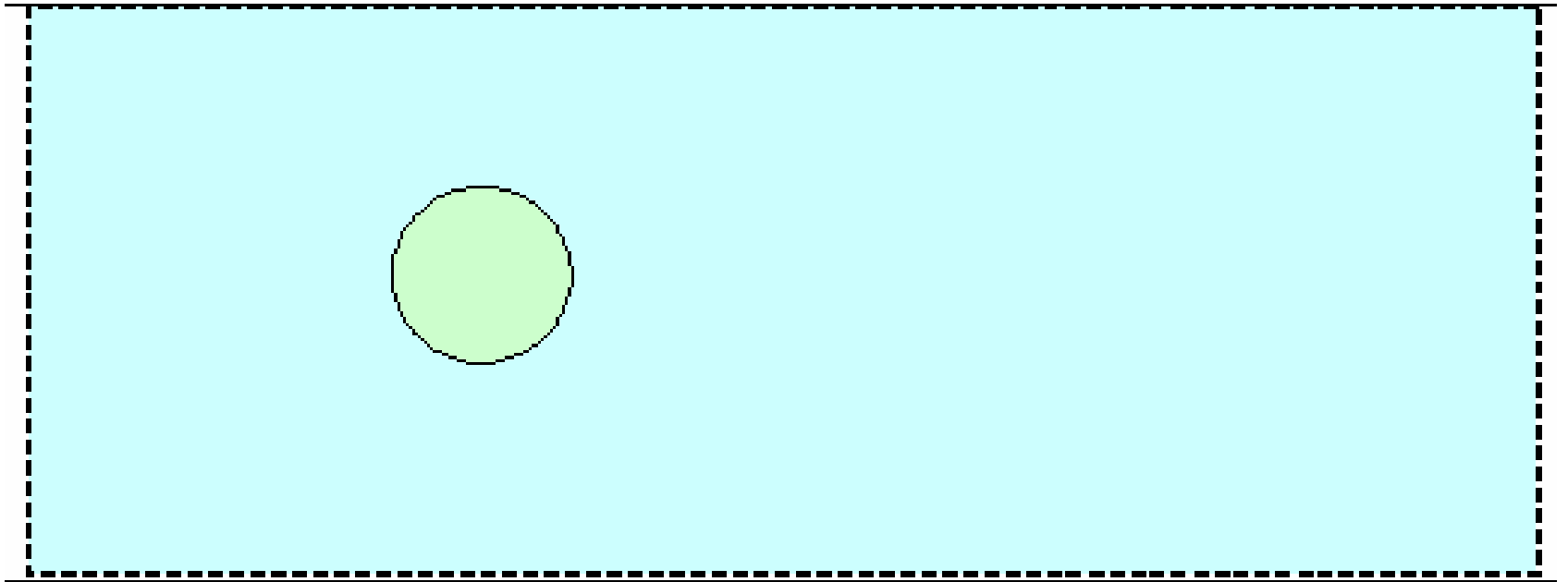
Тип границы **СВОБОДНЫЙ ВЫХОД**

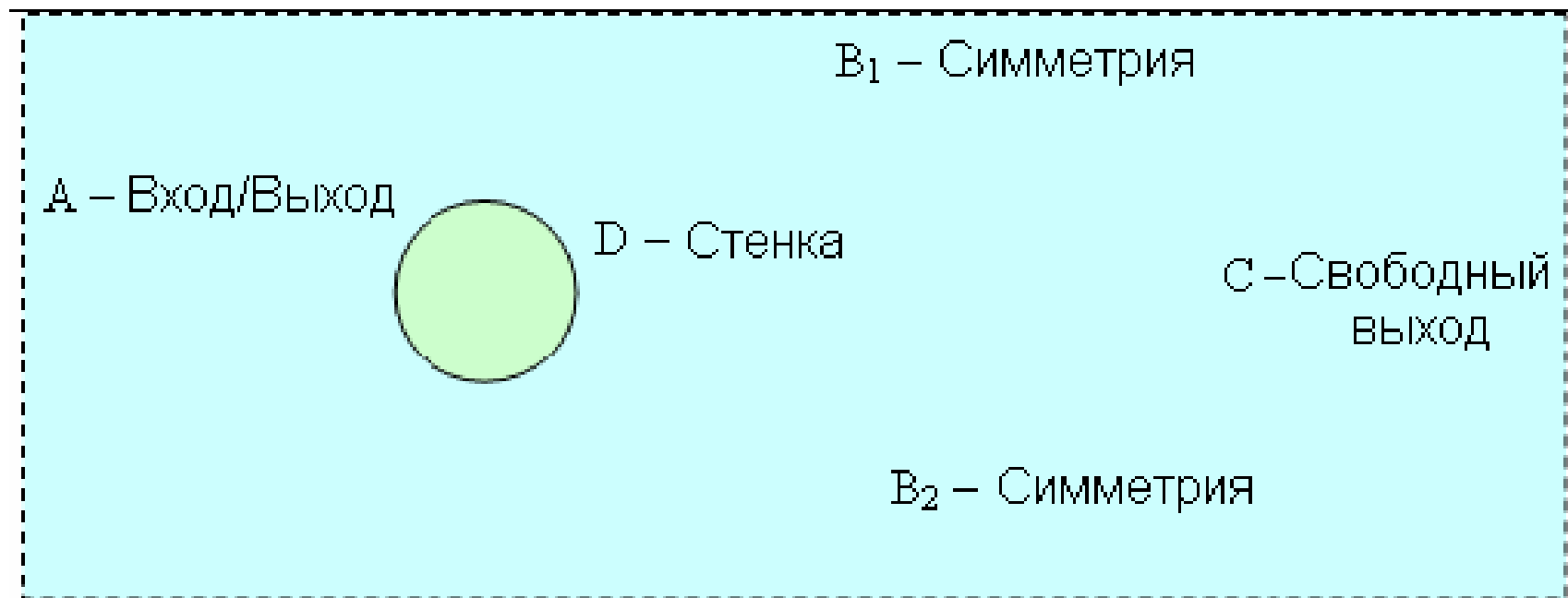
Имя граничного условия	Граничное условие	Задаваемая величина
Нулевое давление	$p = 0, \quad v = v_t$	нет
Давление	$v = v_t$	p
Свободная граница	$\frac{\partial p}{\partial n} = 0$	нет

Тип границы Симметрия

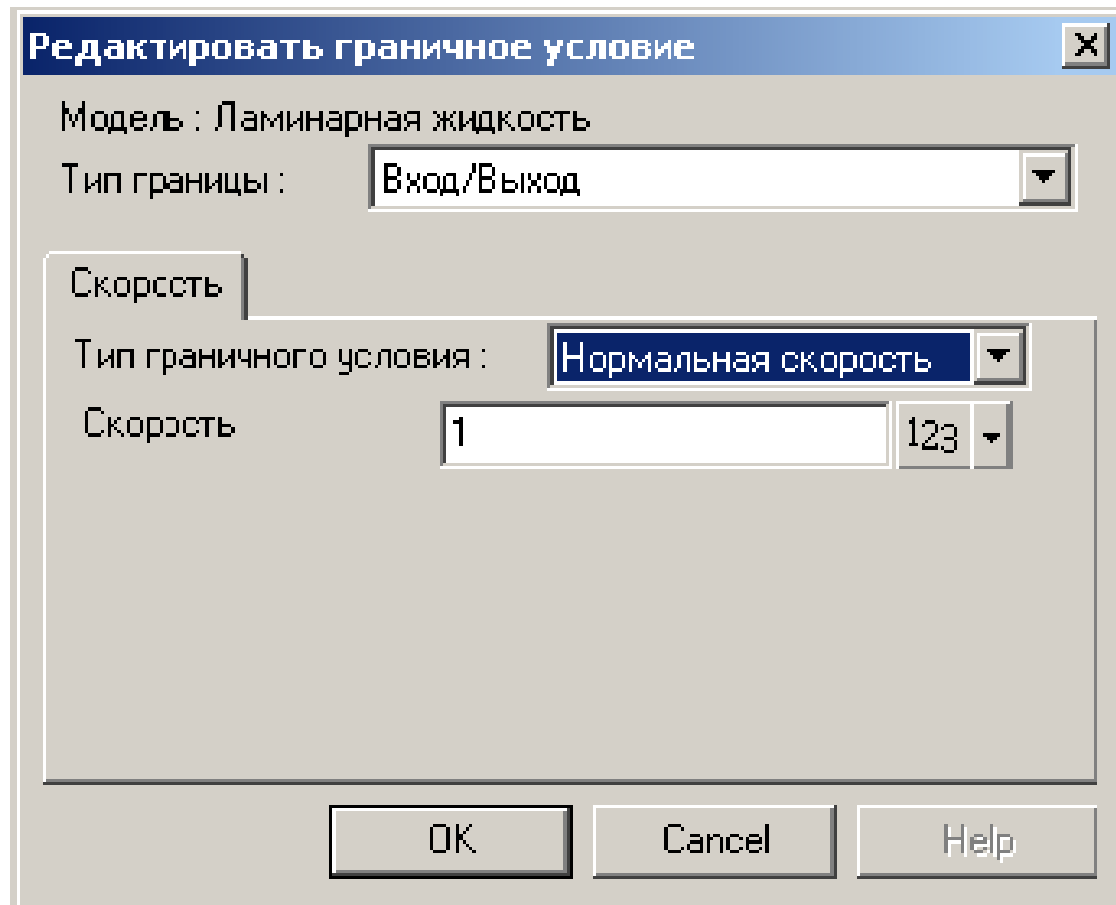
Имя граничного условия	Граничное условие	Задаваемая величина
Стенка с проскальзыванием	$v_n = 0, \quad \frac{dv_t}{dn} = 0$	нет

Пример задания граничных условий для задачи обтекания цилиндра

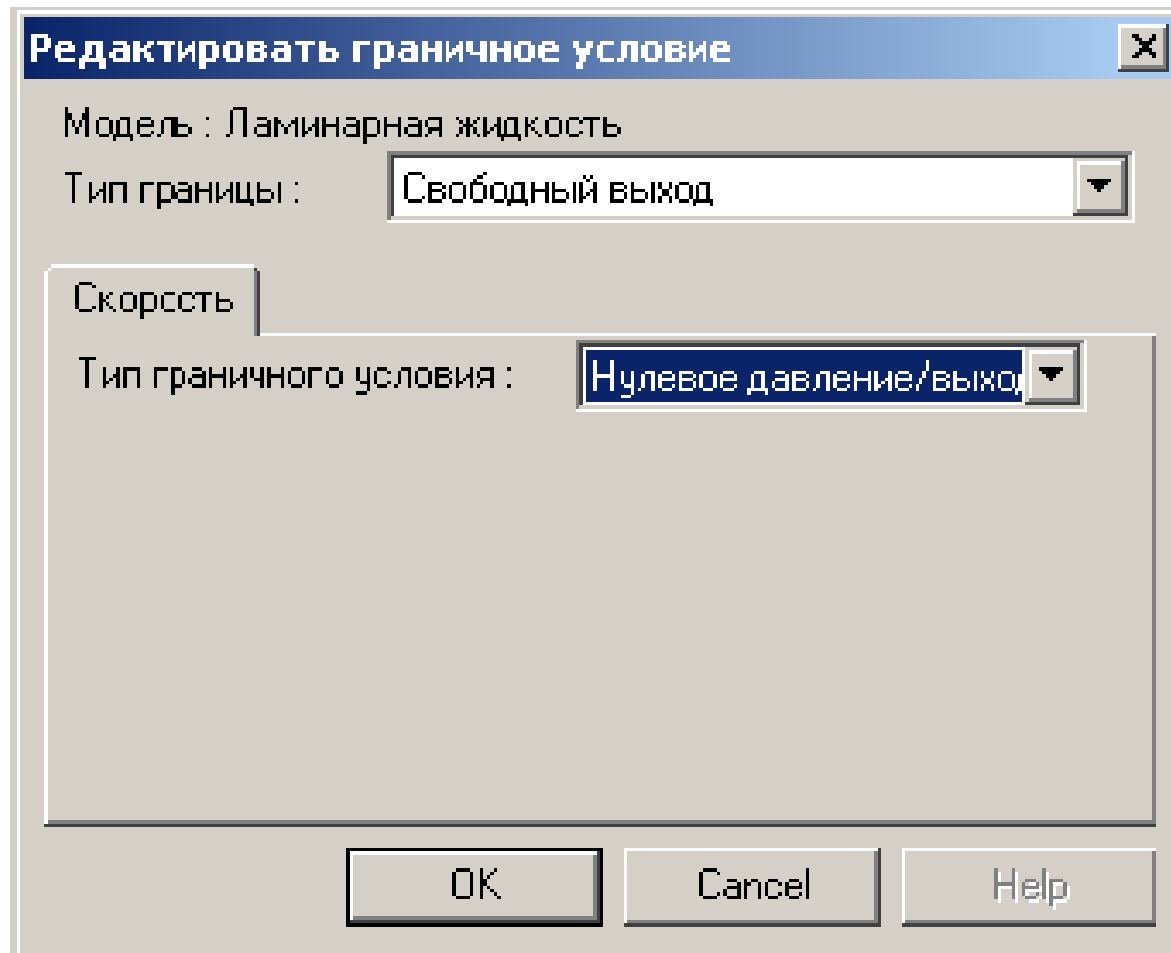




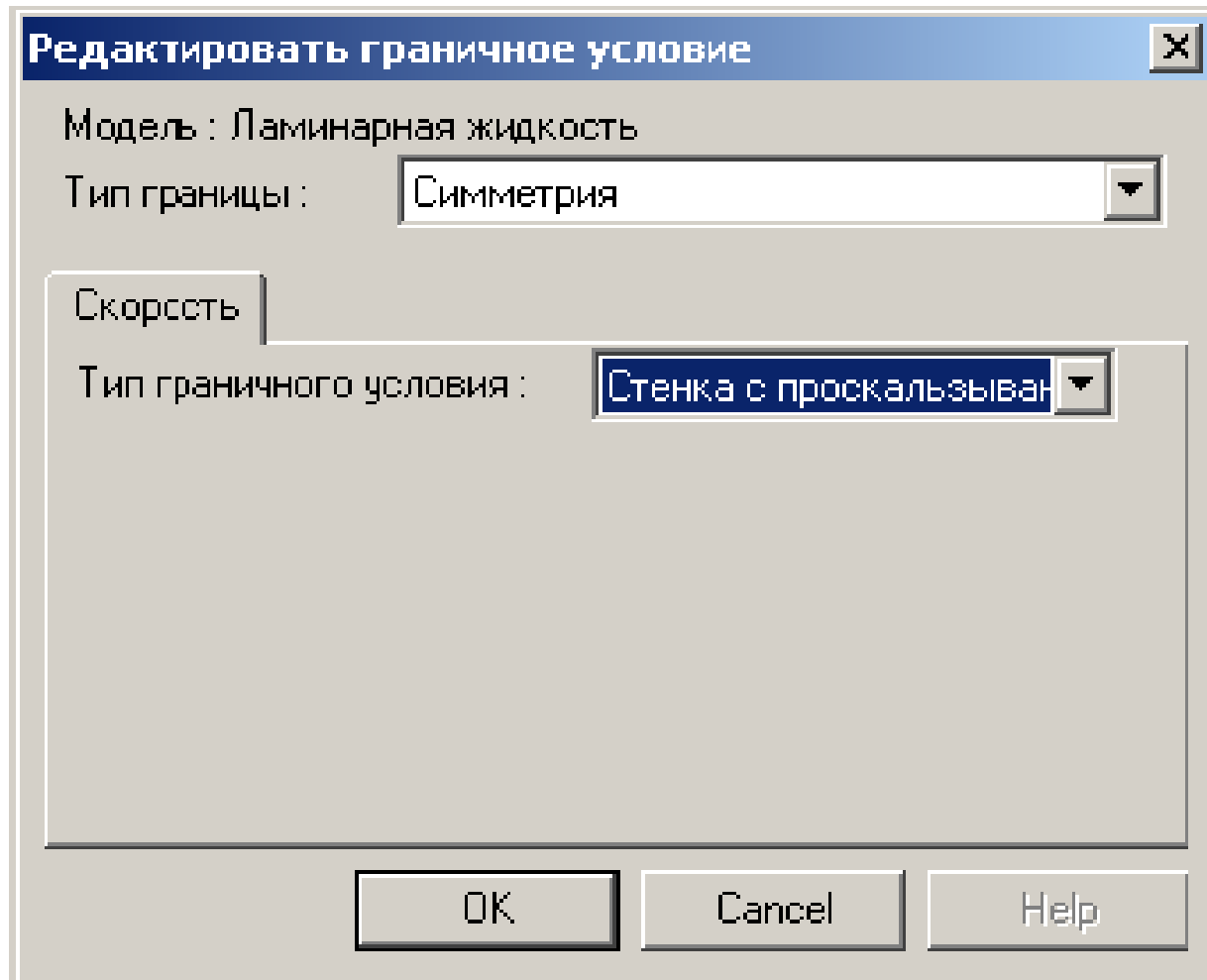
Входная граница А – тип границы **Вход/Выход**, граничное условие для скорости – **Нормальный вход/выход**, нормальная величина скорости положена равной 1 м/с.



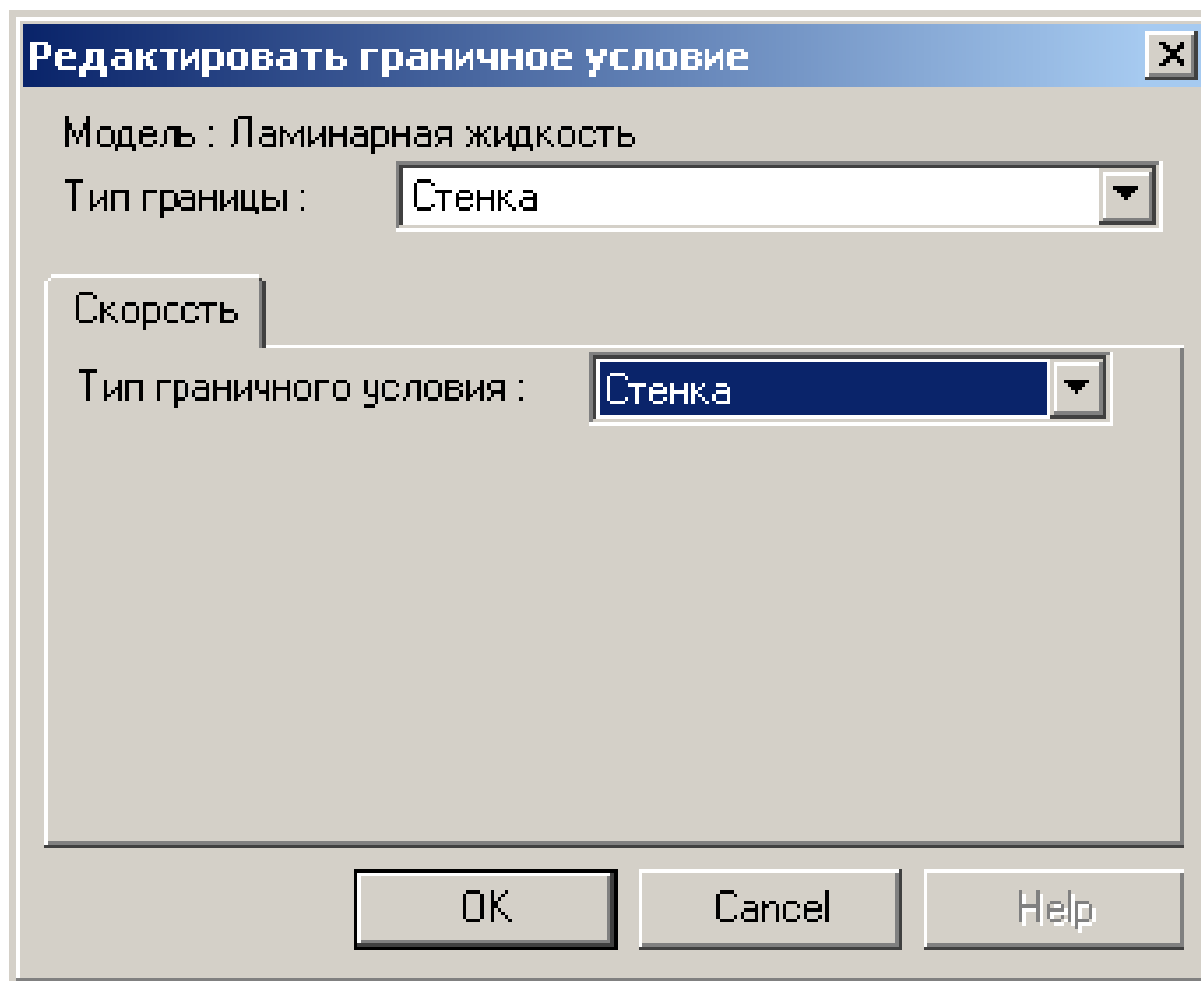
Выходная граница С – тип границы **Свободный выход**, граничное условие для скорости – **Нулевое давление/выход**.



Верхняя и нижняя границы V_1 и V_2 – тип границ **Симметрия**, граничное условие для скорости – **Стенка с проскальзыванием**.

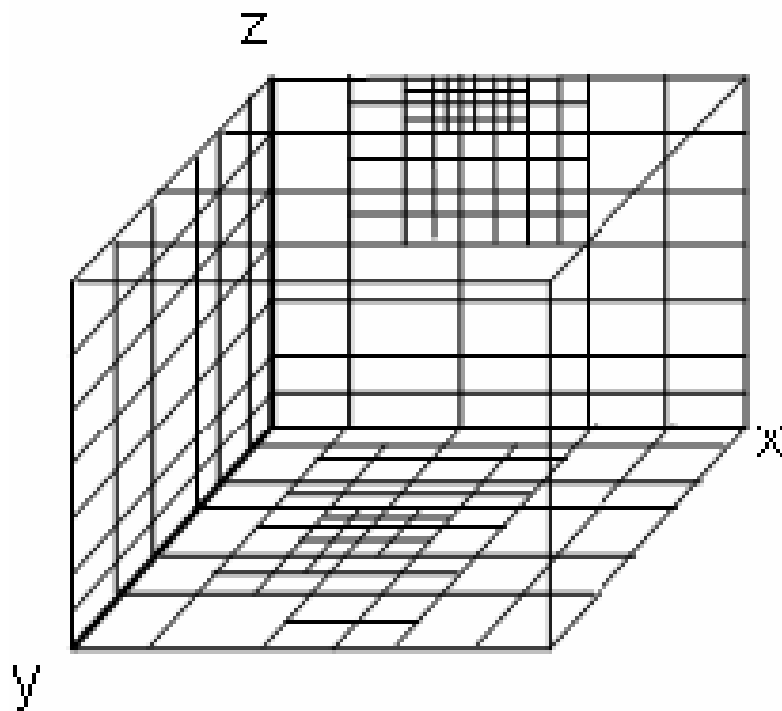


Поверхность цилиндра D – тип границы
Стенка, граничное условие для скорости –
Стенка.

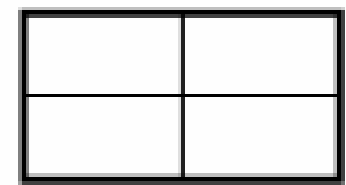


Шаг 4. Генерация расчетной сетки

FlowVision использует прямоугольную адаптивную локально измельченную сетку для решения уравнений математической модели.



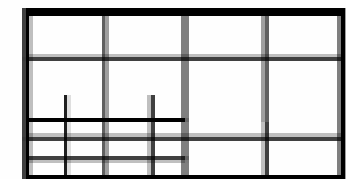
0 уровень измельчения



1 уровень измельчения



2 уровень измельчения



3 уровень измельчения

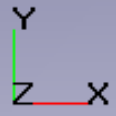
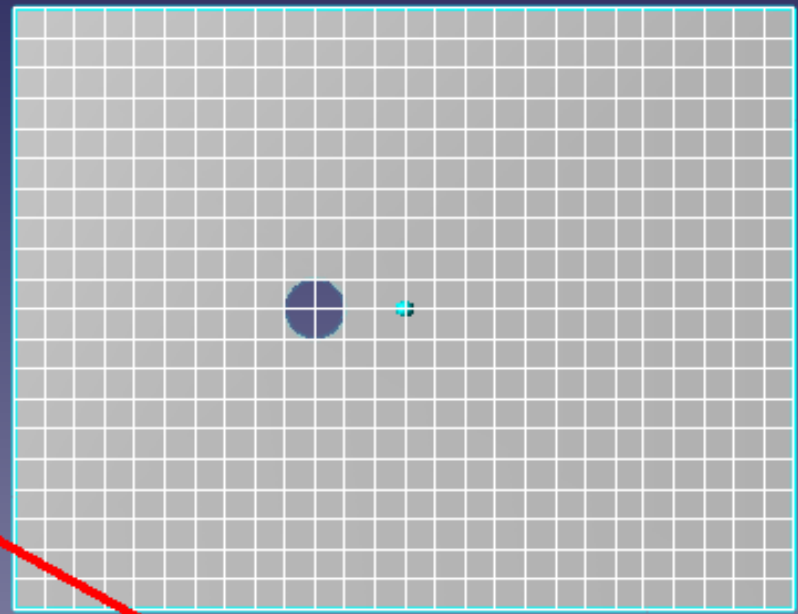
Сетка уровня 0 задается через диалоговое окно **Свойства**, вызываемое с помощью нажатия на правую клавишу мыши на пункт **Начальная сетка** в дереве варианта.

В этом окне имеется три закладки, в которых сетка задается вдоль направлений осей x , y , z .



Препроц Постпроц

- Задачи
 - cylinder_jam_Re=26_emp
 - SubRegion#1
 - Физические пара
 - Параметры Метс
 - Движение
 - Адаптация
 - Гр. условия
 - Геометрия
 - Фильтры
 - Связать гр. условия
 - Начальная сетка**
 - Общие параметры



Свойства [Начальная сетка]


X-направление Y-направление Z-направ.

Равном.: 26 Вставить: 1

N:	X - Xпред:	X:
0	0	0.04E7002
1	0.5001	0.54E8
2	0.5001	1.04E9
3	0.5001	1.54E
4	0.5001	2.04E1
5	0.5001	2.54E2

Во вкладке «**X-направление**», следует задать число ячеек вдоль направления движения потока (50–200, в зависимости от постановки задачи, рекомендуется согласовать с преподавателем), после чего нажать на кнопку «**Равном.**» («равномерная сетка»).

То же самое следует проделать с сеткой в поперечном направлении, перейдя во вкладку «**Y-направление**» и «**Z-направление**» в том же окне.

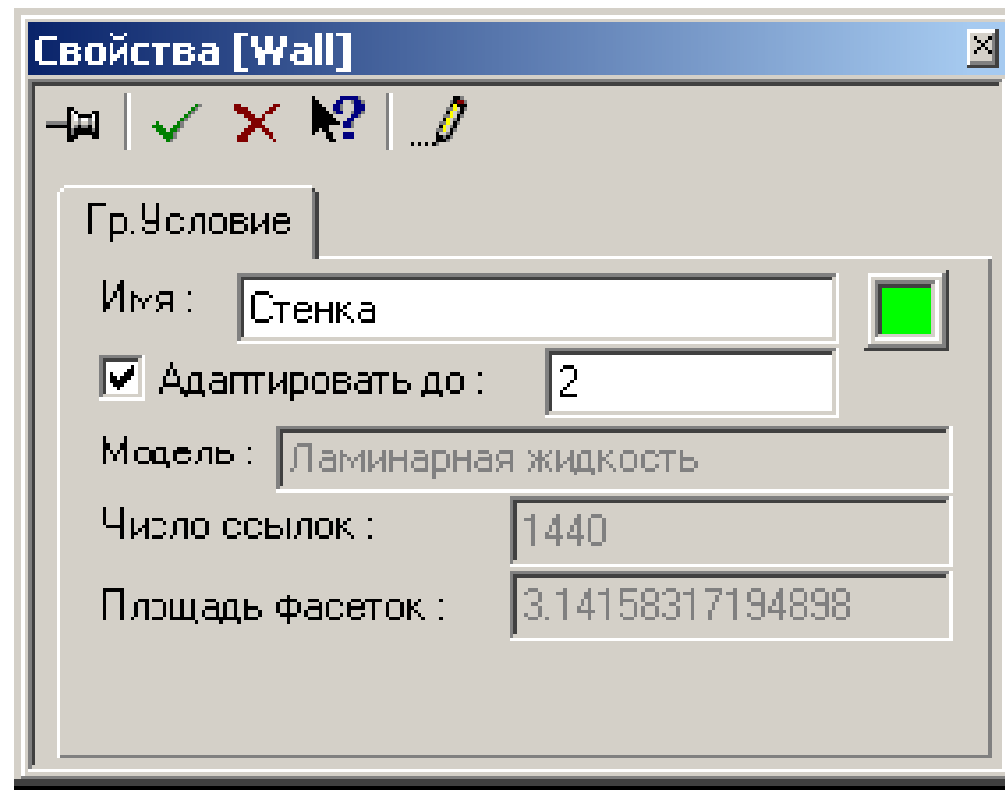
В случаях, когда требуется сгустить сетку, в некоторых частях расчетной области следует произвести визуализацию расчетной сетки, для чего необходимо нажать соответствующую кнопку в окне свойств сетки .

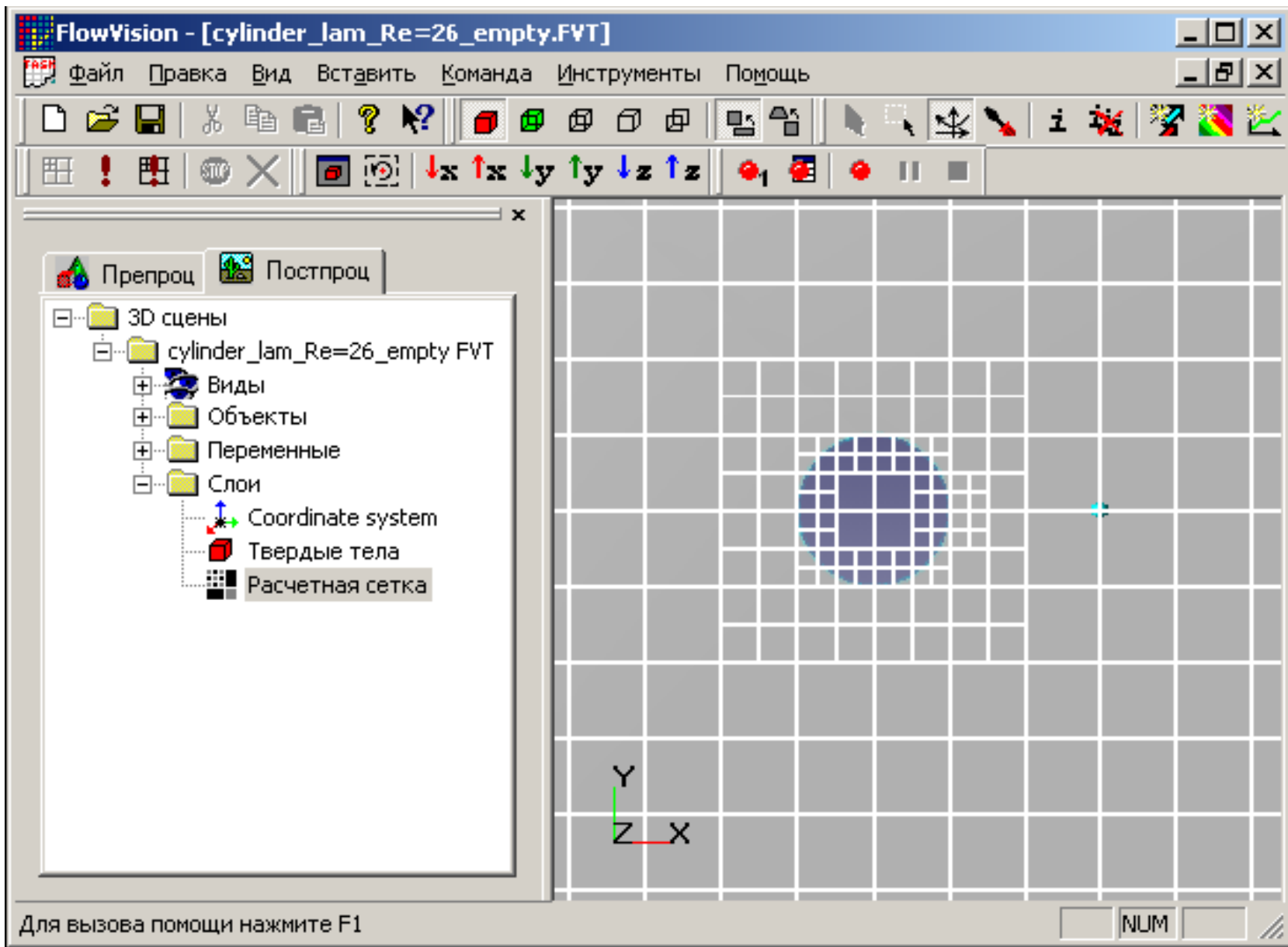
Для добавления дополнительных линий сетки следует выделить в окне свойств соседнюю с добавляемой линию. После этого следует нажать кнопку **«Вставить»**.

При этом добавленная линия выделяется красным цветом.

Для повышения точности расчета можно провести измельчение сетки вблизи поверхности. Для этого в окне свойств граничного условия задается уровень адаптации.

В диалоговом окне **Свойства** граничного условия задается уровень, до которого все ячейки, включающие в себя поверхность с данным граничным условием, будут измельчены.





Для вызова помощи нажмите F1

NUM

Шаг 5. Задание параметров метода численного моделирования

Рабочая область

Препроц Постпроц

Задачи

- cylinder_jam_Re=26_empty.FVT
 - Подобласть#1
 - Физические параметры
 - Параметры Метода**
 - Движение
 - Адаптация
 - Гр. условия
 - Геометрия
 - Фильтры
 - Связать гр. условия
 - Начальная сетка
 - Общие параметры

Свойства [Параметры Метода]

Скорость Давление

Исп. нач. приближение Исп. BsSolver

Метод : 2-й порядок точности

Итерации : 1-й порядок точности

Вывод : 2-й порядок точности

Свой шаг по врем. CFL : 0.5

Стоп при : 0 Шаг : 0.422689

В Flow Vision имеются методы численного моделирования:

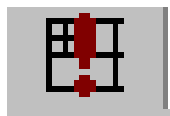
- 1-й порядок точности (грубое решение, максимальная скорость сходимости),
- 2-й порядок точности,
- ступенчатая функция (для расчета переноса ступенчатой функции, принимающей только два значения f_{\min} и f_{\max} во всей области расчета).

По умолчанию установлен метод **2-й порядок точности**.

Шаг 6. Проведения расчета

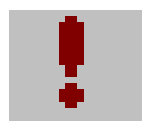
Расчет задачи выполняется нажатием

кнопки

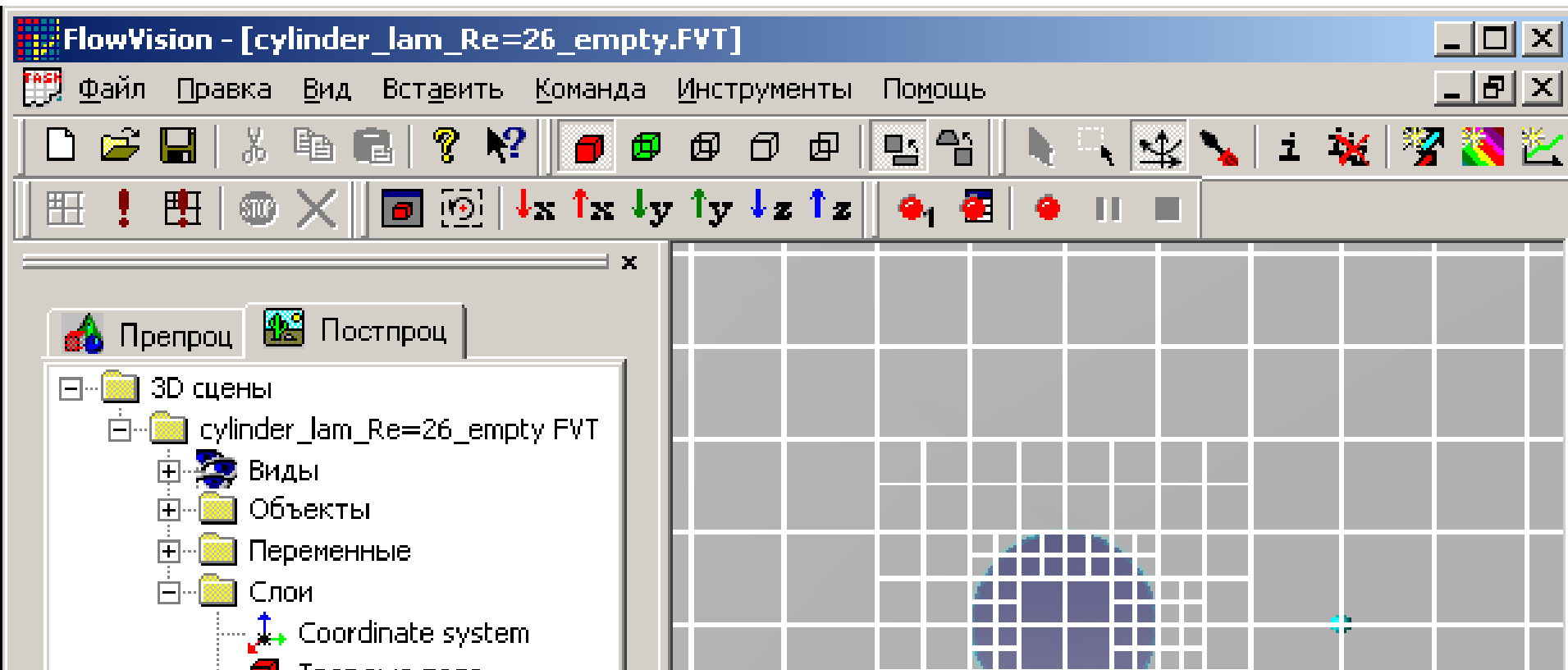


(в первый раз)

ИЛИ кнопки

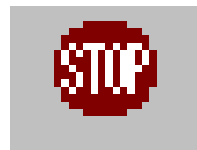


.



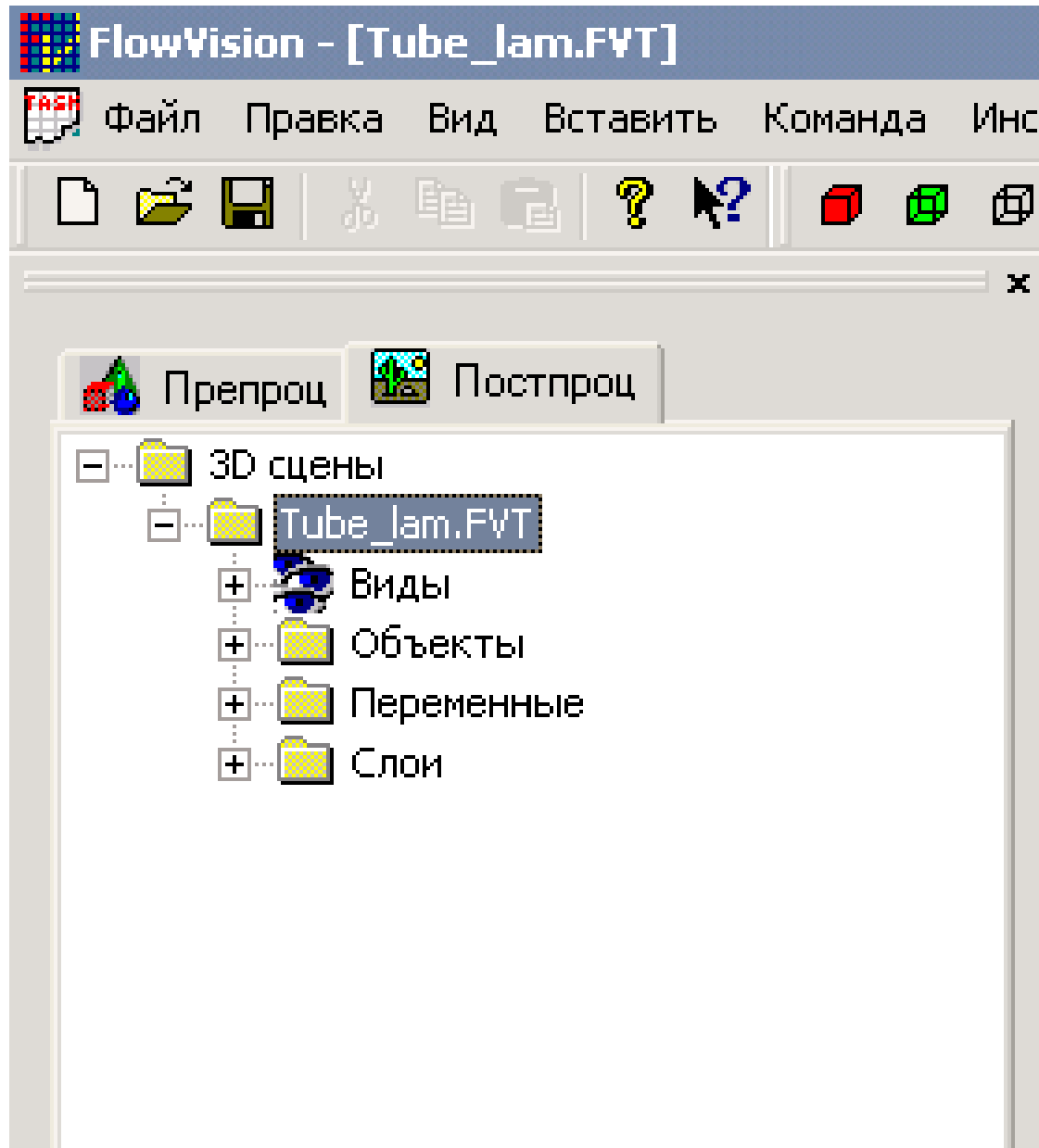
В процессе расчетов следует обращать внимание на нижнюю часть окна Flow Vision, где отображаются текущее время, шаг по времени и (в столбце «Погрешность») максимальные погрешности в вычислении давлений и скоростей. В корректном расчете эти погрешности не должны превышать 0.01 (1%).

Расчет прекращается нажатием кнопки



.

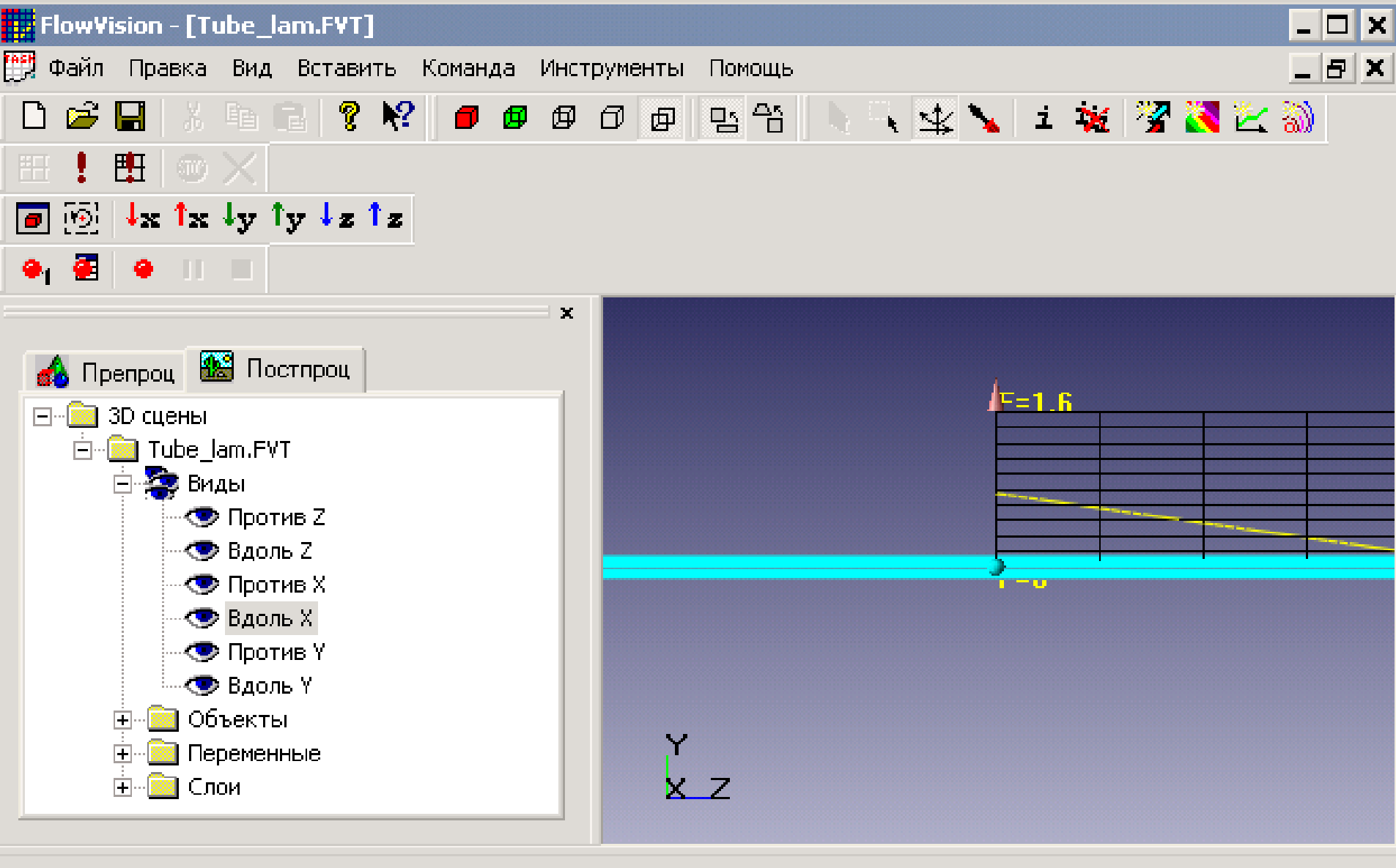
Шаг 7. Просмотр результатов моделирования



В Постпроцессоре имеются следующие папки:

- **Виды** – это виды геометрических объектов в графическом окне.
- **Объекты** – находятся все геометрические объекты, на которых (или в которых) будут отображаться расчетные параметры.
- **Переменные** – в ней собраны все расчетные (зависимые и независимые) переменные, имеющиеся во всех расчетных областях данной задачи.
- **Слои** – это список графических объектов, называемых слоями, отображенных в графическом окне.

Виды геометрических объектов



Визуализация переменной

Чтобы начать работу с постпроцессором, желательно, чтобы перед этим все переменные получили свои характерные значения, не противоречащие физическому смыслу задачи; для этого следует провести предварительный тестовый расчет (3–10 шагов по времени).

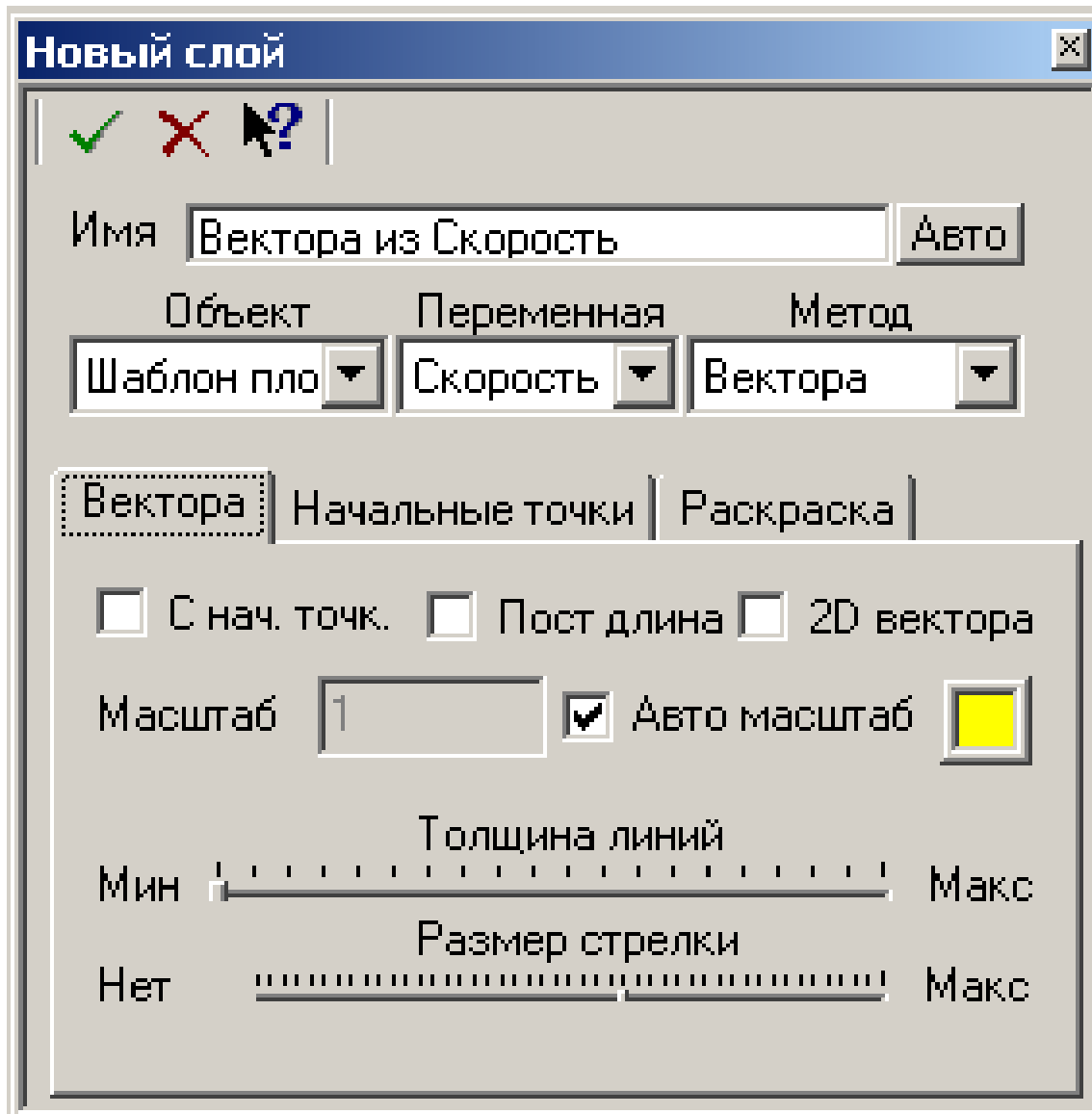
Если этого не сделать, многие максимальные и минимальные значения параметров в постпроцессоре (например, на осях графиков) придется вводить вручную.

Чтобы визуализировать переменную, необходимо задать соответствующий слой.

Слой задается из трех составляющих

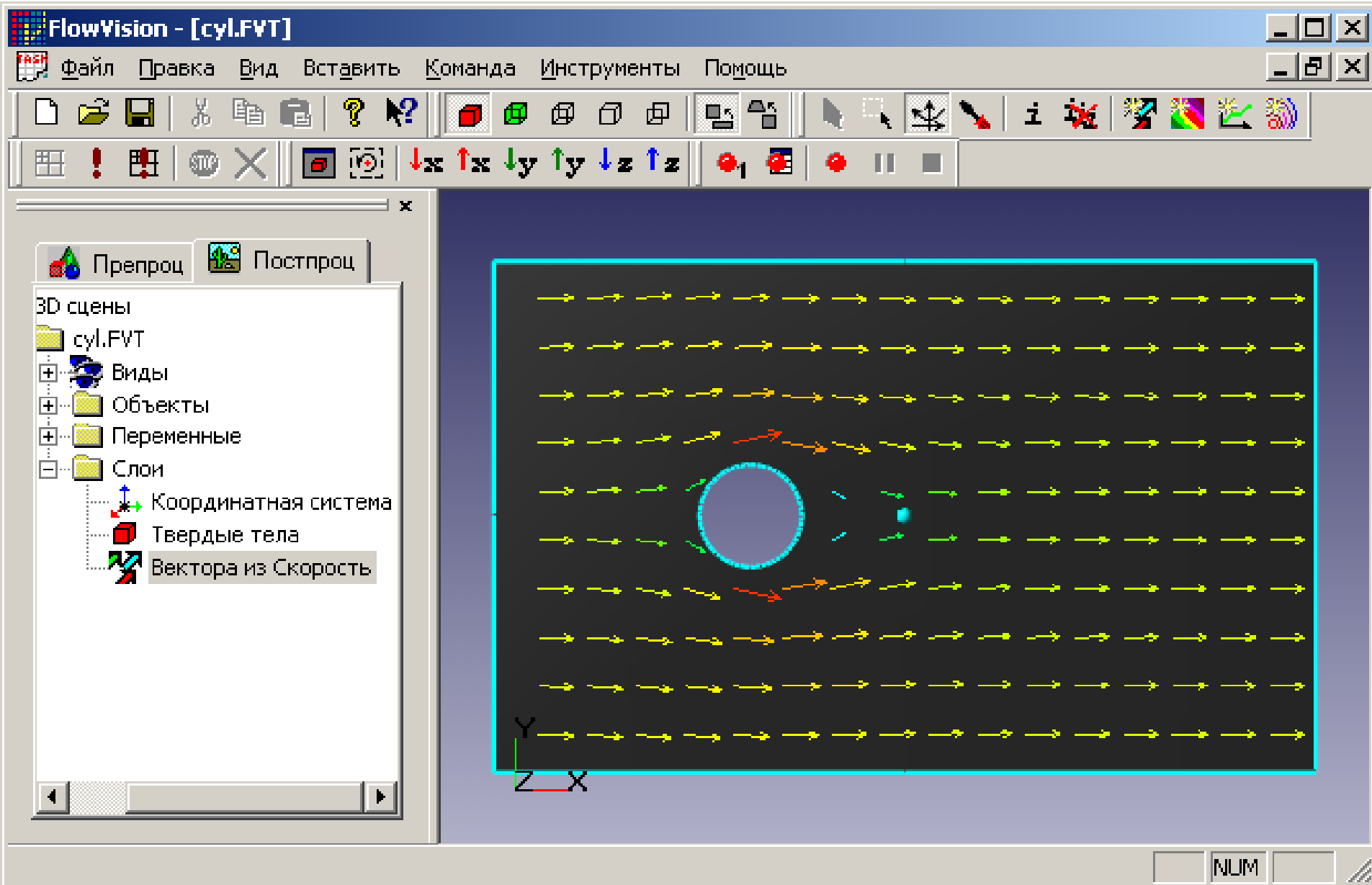
- геометрический объект (шаблон линии, шаблон плоскости, шаблон прямоугольного параллелепипеда, шаблон конуса),
- имя переменной (скорость, давление и др.)
- метод ее отображения (двумерный график, график вдоль кривой, график по окружности, характеристики, вектора, изолинии, заливка, изоповерхность).

Через меню Вид → Создать слой... вызывается окно задания слоя.



б)

После нажатия кнопки  в окне задания слоя, слой отобразится в графическом окне.



Обновление графической информации в окне происходит на каждом шаге по времени, поэтому пользователь имеет возможность постоянного контроля над процессом сходимости решения и, если нужно, может вмешаться в процесс расчета при возникновении численных неустойчивостей или несходимости решения.

Шаг 8. Окончание расчета.

Окончание расчета может проводиться:

1. автоматически:

- по заданному значению невязки выбранного параметра (**Параметры метода → Стоп при**);
- по заданному конечному времени процесса;

2. вручную пользователем

- пользователь может сам визуализировать в окне постпроцессора интересующую его величину и следить за ее изменением.

Последний способ является предпочтительным, т.к. он является наиболее наглядным и надежным.