

KompasFlow

**Система гидродинамического и термодинамического
экспресс-анализа для КОМПАС-3D**

**Документ создан 28.01.2026.
Актуально для KompasFlow версии 24.1.0**

Оглавление

1 Назначение и возможности	4
2 Перед началом использования	5
3 Основные элементы интерфейса	7
4 Пошаговый пример: смешивание горячей и холодной воды	9
4.1 Создание проекта KompasFlow	9
4.2 Глобальные параметры проекта	12
4.3 Представление геометрии расчетной области в дереве проекта	14
4.4 Вещество и его параметры	15
4.5 Физические процессы	16
4.6 Граничные условия	17
4.7 Начальные условия	26
4.8 Расчетная сетка	27
4.8.1 Начальная расчетная сетка	28
4.8.2 Адаптация	29
4.9 Параметры управления расчетом	30
4.10 Отображение результатов расчета	31
4.10.1 Создание слоев	32
4.10.2 Создание результатов	36
4.10.3 Запуск проекта на расчет	40
4.10.4 Визуальное наблюдение слоев в ходе расчета	41
4.10.5 Просмотр данных в окне "Мониторинг"	42
5 Справочник по интерфейсу	44
5.1 Инструментальная панель KompasFlow	44
5.2 Мастер создания проектов	48

5.3 Шаблоны проектов.....	49
5.4 Интерфейс элементов дерева проекта.....	50
5.4.1 Регион.....	51
5.4.2 Глобальные параметры.....	51
5.4.2.1 Моделирование внешнего обтекания.....	53
5.4.3 Геометрия расчетной области.....	54
5.4.4 Вещество.....	55
5.4.5 Физические процессы.....	58
5.4.6 Граничные условия.....	59
5.4.6.1 Симметрия.....	62
5.4.6.2 Стенка.....	63
5.4.6.3 Вход/Выход.....	65
5.4.6.4 Свободный выход.....	70
5.4.6.5 Неотражающее.....	71
5.4.6.6 Внешнее ГУ.....	72
5.4.6.7 Источник влажности.....	73
5.4.6.8 Вытяжка.....	74
5.4.7 Начальные условия.....	75
5.4.8 Расчетная сетка и адаптация.....	77
5.4.9 Параметры расчета и ограничители.....	80
5.4.10 Визуализационные слои.....	82
5.4.10.1 Общая информация о слоях.....	83
5.4.10.2 Заливка.....	87
5.4.10.3 Векторы.....	89
5.4.10.4 Линии тока.....	89
5.4.10.5 Сечение расчетной сетки.....	91

5.4.10.6 Изоповерхность.....	92
5.4.11 Результаты (папка).....	92
5.4.11.1 Результаты (элементы).....	93
5.5 Окно мониторинга.....	95
5.6 Изменение проекта на связи с солвером.....	100
5.7 Оптимизация.....	101
5.8 Создание отчетов.....	105
6 Решение проблем.....	108
6.1 Возможные проблемы.....	108
6.2 Предупреждения и сообщения об ошибках.....	108
6.3 Техническая поддержка.....	109

1 Назначение и возможности

Приложение KompasFlow представляет собой интегрированный в КОМПАС-3D инструмент экспресс-анализа аэро-гидродинамики проектируемого устройства.

KompasFlow обладает простым интерфейсом для экспресс-анализа устройства на ранних этапах его проектирования и позволяет сделать первичную оценку влияния вносимых изменений в геометрию устройства на его эффективность.

KompasFlow позволяет моделировать:

- **Течение однокомпонентного газа** (сверхзвуковое и дозвуковое течение, сжимаемые и несжимаемые среды). Примеры задач:
 - Расчет аэродинамического сопротивления автомобиля, подъемной силы крыла;
 - Течение в вентиляционных каналах и сквозь вентиляционные решетки, расчет потерь;
 - Циркуляция воздуха в помещениях, кабинах;
 - Расчет ветровой нагрузки на конструкции и постройки.
- **Течение жидкости**. Примеры задач:
 - Расчет гидродинамических потерь в трубах и запорной арматуре;
 - Расчет гидравлических потерь в жидкостных теплообменниках.
- **Теплопроводность и естественную конвекцию с учетом лучистого теплообмена**. Примеры задач:
 - Моделирование отвода тепла в теплообменниках;
 - Моделирование вентиляции, охлаждение и прогрев помещений и кабин;
 - Анализ эффективности охлаждения электротехники.

KompasFlow поддерживает параллельные вычисления в рамках одного многоядерного процессора.

Простой интерфейс накладывает ограничения на круг решаемых задач:

- моделируется течение и теплообмен только в одном замкнутом объеме;
- расчетный объем может быть занят только одним веществом;
- в первых версиях программы не предусмотрено моделирование подвижных объектов.

KompasFlow будет развиваться с каждой версией, позволяя решать все более широкий спектр задач.



Модуль гидродинамического экспресс-анализа KompasFlow использует солвер от универсального гидродинамического пакета FlowVision. Для решения сложных задач с многокомпонентными веществами, химическими реакциями и сложными расчетами движения рекомендуется использовать FlowVision.

Проекты, подготовленные в KompasFlow могут быть открыты с помощью FlowVision, в котором можно продолжить расчет с более сложной и точной постановкой задачи.

KompasFlow и FlowVision разработаны в инженеринговой компании ТЕСИС (<http://tesis.com.ru/>).

2 Перед началом использования

Перед началом использования KompasFlow нужно выполнить описанные ниже действия.

Настройка соединения с Солвером

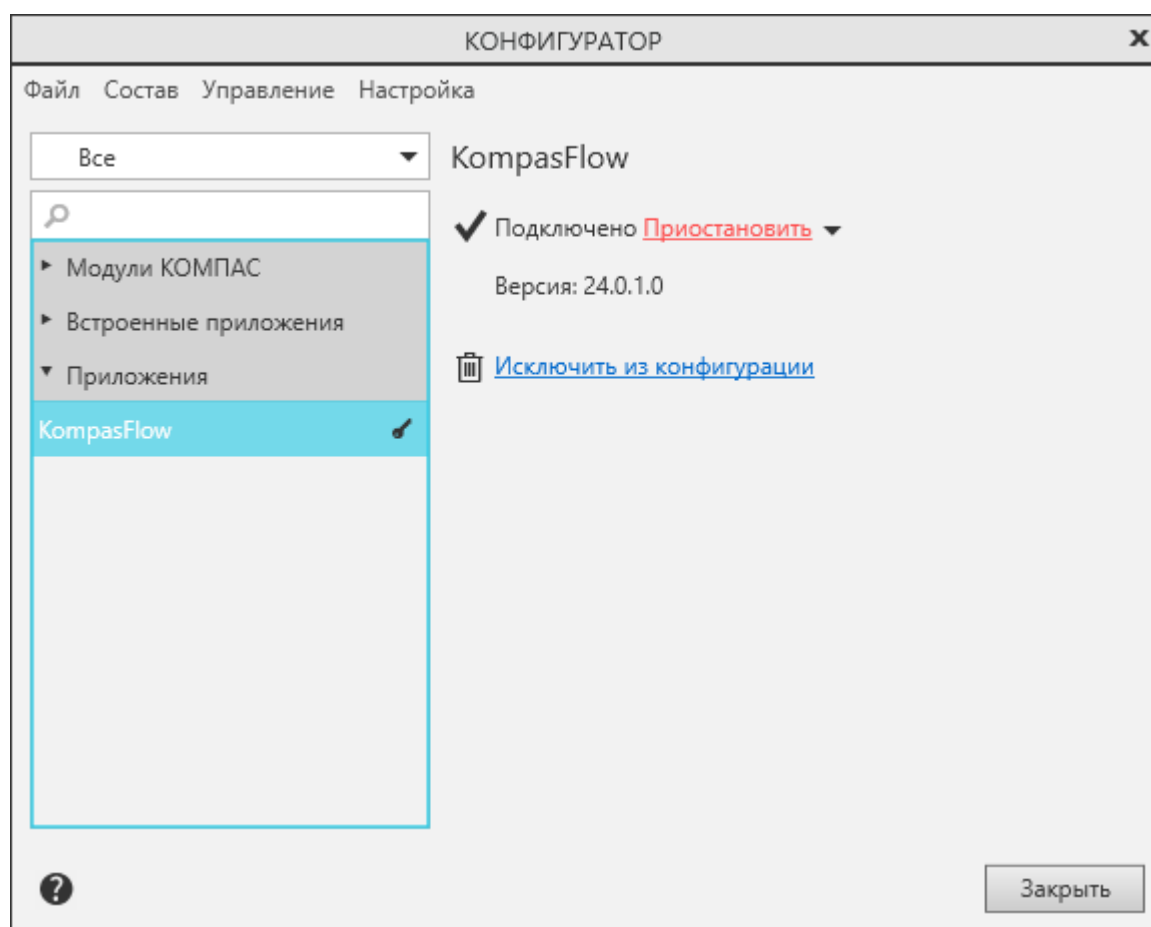
Солвер (fvsolver.exe или fvsolver64.exe) создает TCP-сервер для сокетного соединения с KompasFlow. При запуске солвера, KompasFlow сообщает ему, на каком порту нужно создать TCP-сервер и слушать подключение.

Используются порты 39900-39999. Начиная с порта 39900 производится поиск свободных портов, что необходимо ввиду того, что могут быть запущены несколько солверов для разных задач.

Соединение Солвера и KompasFlow является внутренним, при этом не происходит обращений наружу ни в локальную ни в глобальную сеть. Даже если антивирус и/или брандмауэр Windows выдают сообщение о попытке доступа к закрытым портам из указанного диапазона, это не будет препятствовать обмену данными между Солвером и KompasFlow. Указанное сообщение не будет появляться, если открыть доступ к портам в диапазоне 39900-39999.

Подключение KompasFlow к КОМПАС-3D

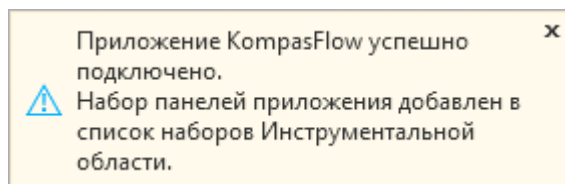
Приложение KompasFlow входит в состав стандартного дистрибутива КОМПАС-3D (начиная с версии 18), но по умолчанию оно не подключено. Для его подключения откройте Конфигуратор КОМПАС-3D при помощи команды **Приложения > Конфигуратор** главного меню:



По умолчанию KompasFlow находится в Конфигураторе в папке **Прочность, гидрогазодинамика**.

Если желаете, чтобы KompasFlow автоматически подключался при каждом запуске КОМПАС-3D, установите флажок Автоматически подключать при запуске системы. Затем нажмите на слово "Подключить".

В случае, если по каким-то причинам приложение KompasFlow было исключено из конфигурации, его можно снова добавить в конфигурацию при помощи команды Состав > Добавить приложения меню Конфигуратора либо команды Приложения > Добавить приложения из главного меню КОМПАС-3D. В открывшейся форме нужно будет выбрать файл FvKompasPlugin.rtw (для версии КОМПАС-3D 23 этот файл по умолчанию лежит в папке C:\Program Files\ASCON\KOMPAS-3D v23\Libs\KompasFlow). После успешного подключения KompasFlow появится сообщение об этом (Приложение KompasFlow успешно подключено. Набор панелей приложения добавлен в список наборов Инструментальной области):



Первый запуск KompasFlow на расчет

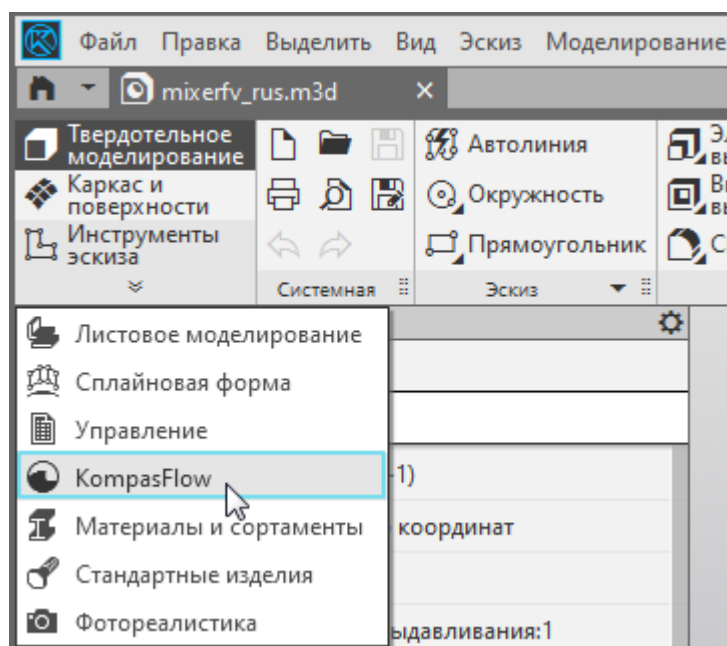
! После установки KompasFlow, при первом запуске расчета, может произойти задержка длительностью более минуты.

3 Основные элементы интерфейса

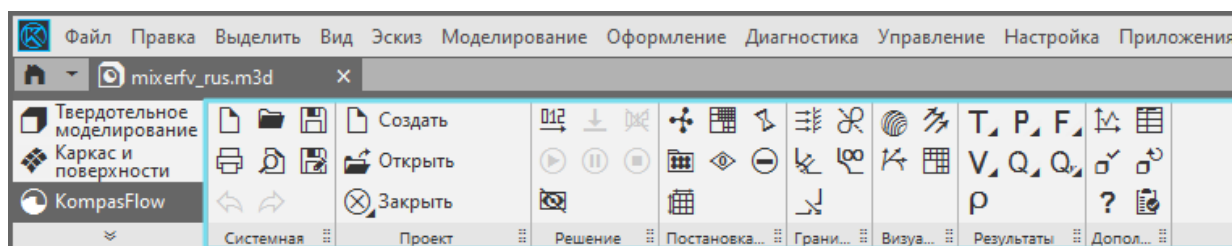
KompasFlow является библиотекой системы трехмерного моделирования КОМПАС-3D и использует её пользовательский интерфейс (графическую область, панель управления, инструментальная панель, панель свойств, экранные подсказки, информационные сообщения. См. подробности в разделе [Справочник по интерфейсу KompasFlow](#).

Инструментальная панель KompasFlow

После подключения KompasFlow откройте инструментальную панель KompasFlow, выбрав её из списка доступных инструментальных панелей:

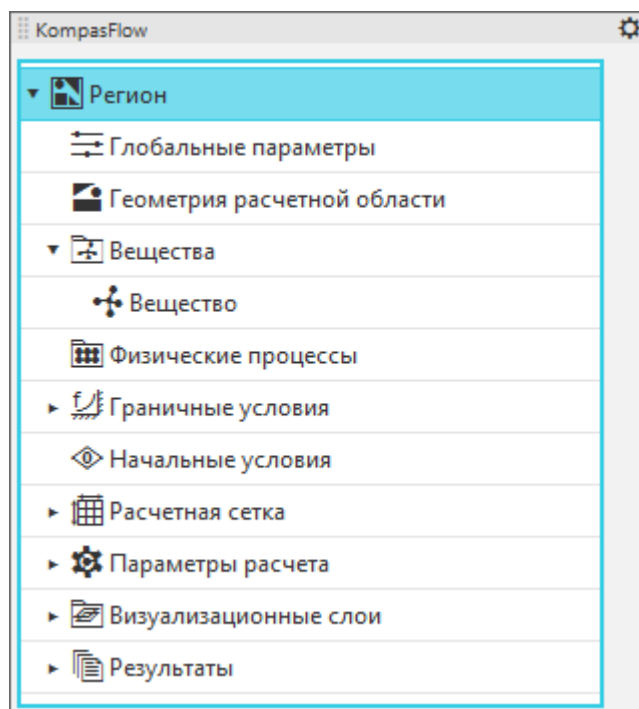


Инструментальная панель KompasFlow откроется в верхней части окна КОМПАС-3D:



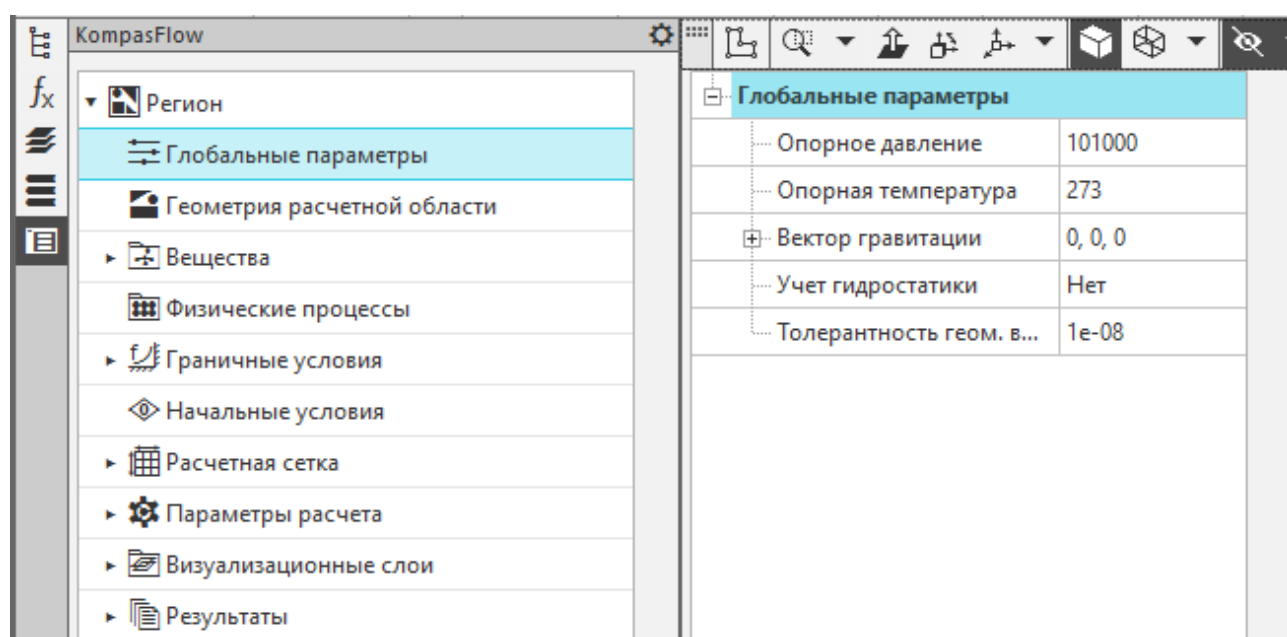
Дерево проекта KompasFlow

Элементы KompasFlow представлены в области панелей управления КОМПАС-3D во вкладке KompasFlow. Мы будем их называть "дерево проекта", не путая с деревом геометрической модели КОМПАС-3D.



Панель свойств

Параметры выделенного элемента KompasFlow отображаются и задаются в панели свойств:

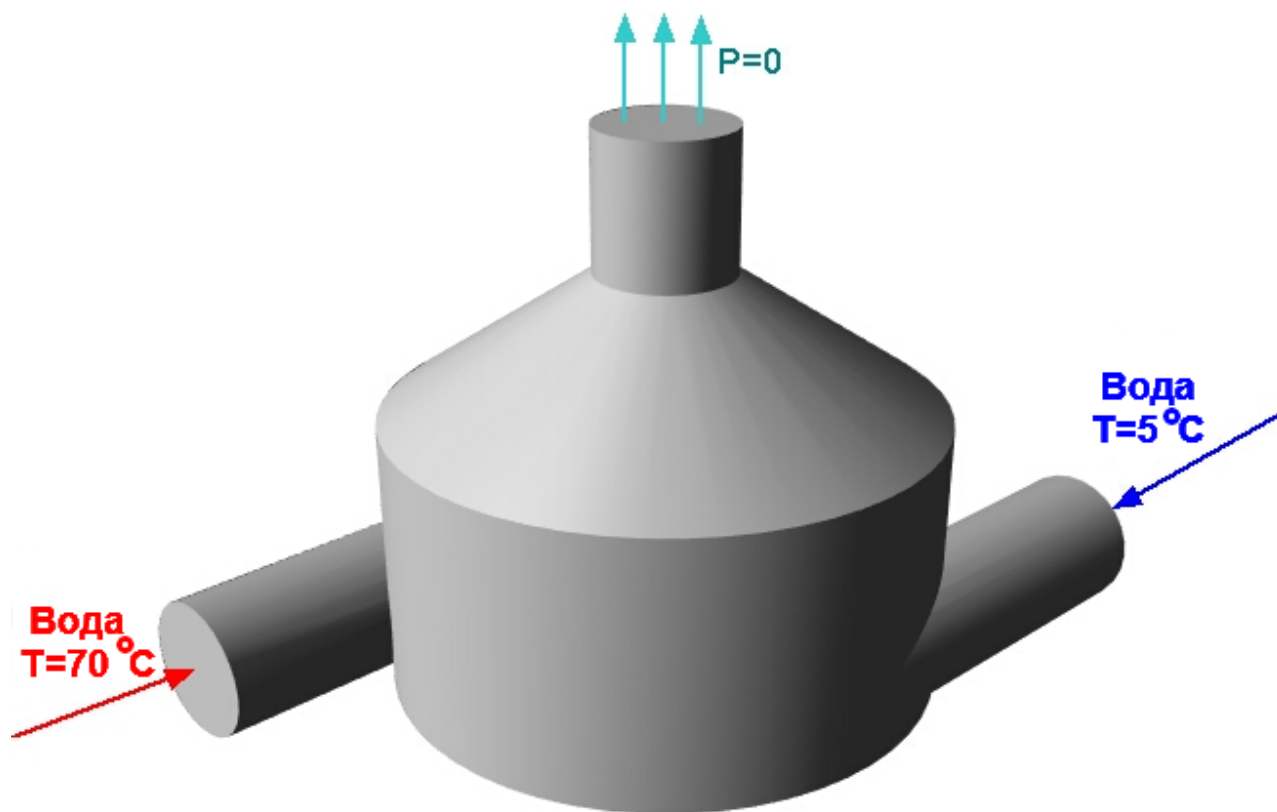


Значения параметров в панели свойств вводятся в текстовые поля либо выбираются из выпадающего списка.

4 Пошаговый пример: смешивание горячей и холодной воды

В качестве пошагового примера для первоначального обучения работе с KompasFlow рассмотрим течение жидкости в смесителе.

Рассмотрим течение в смесителе воды, представляющем собой бак с двумя подводящими трубками у основания и одной отводящей трубкой на крышке:



Диаметр бака равен 0.04 м, высота цилиндрической части бака — 0.02 м, высота крышки — 0.01 м, диаметр трубок — 0.01 м.

Через одну из трубок подается холодная вода ($T = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$), через другую - горячая ($T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$), расход воды в подводящих трубках одинаков и равен 0.1 кг/с^{-1} .

Целью расчета является получение картины течения и выравнивания температуры воды в смесителе.

4.1 Создание проекта KompasFlow

Геометрия расчетной области, на основе которой создается данный учебный проект, уже создана и хранится в файле `mixerfv_rus.m3d`.

В качестве геометрической модели для учебного примера используется файл `mixerfv_rus.m3d`, входящий в комплект поставки KompasFlow (по умолчанию для версии 23 КОМПАС-3D этот файл находится в папке `C:\Program Files\ASCON\KOMPAS-3D v23\Libs\KompasFlow\Samples`).

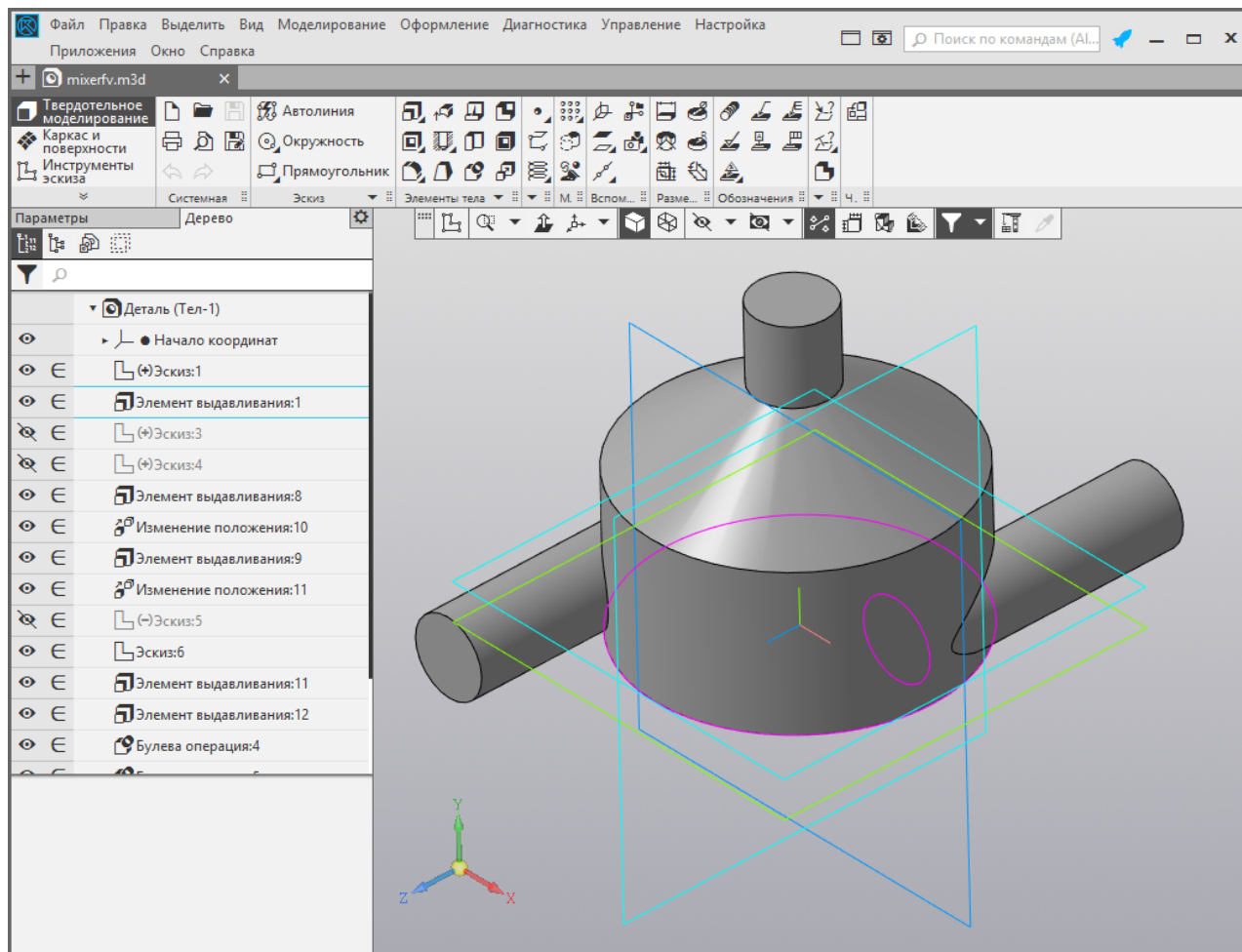
Скопируйте его в какую-либо папку, доступную для записи без наличия прав администратора (чтобы случайно не повредить исходный файл `mixerfv_rus.m3d` и поскольку настройки системных папок Windows, таких как ProgramFiles, могут не давать права на запись, необходимые для работы с геометрической моделью).

Для ее загрузки в приложение KompasFlow выполните следующие действия:


1. Откройте геометрическую модель расчетного пространства

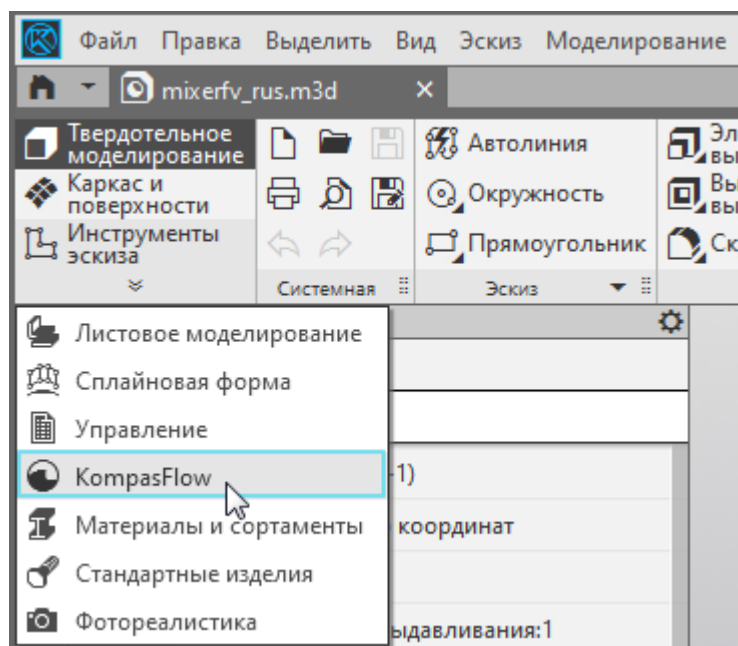
Загрузите геометрическую модель смесителя - из главного меню КОМПАС-3D примените команду **Файл > Открыть** и в открывшемся окне выберите файл.

Геометрическая модель смесителя отобразится в графической области окна КОМПАС-3D:




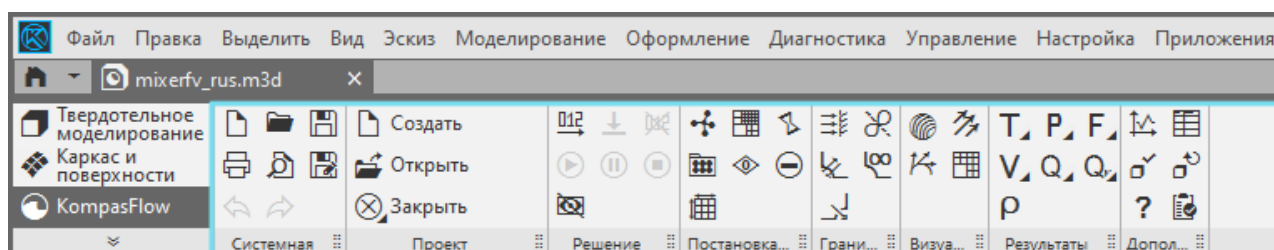
2. Откройте инструментальную панель KompasFlow

В списке инструментальных панелей откройте панель **KompasFlow** (при необходимости полностью раскройте список, нажав на символ ):

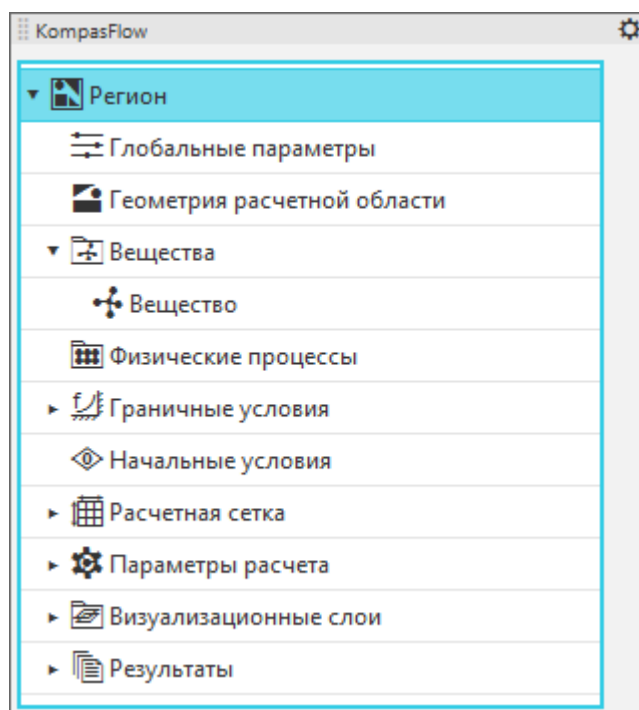


3. Создайте расчетный проект KompasFlow

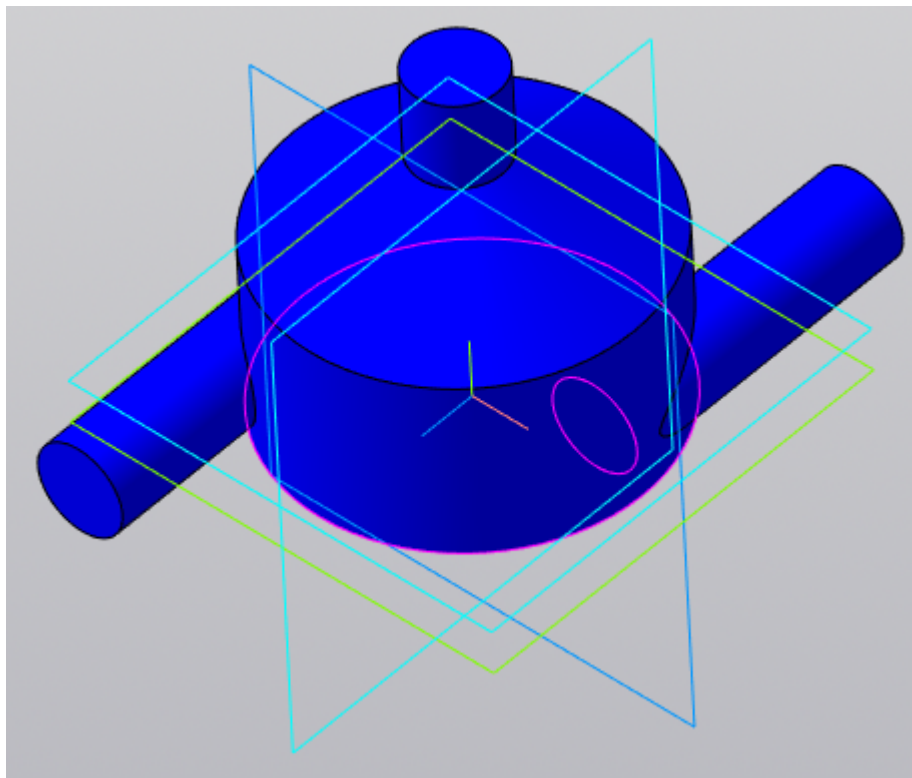
В открывшейся инструментальной панели KompasFlow нажмите  **Создать**.



В области панелей управления КОМПАС-3D появится новая вкладка KompasFlow (дерево проекта KompasFlow):

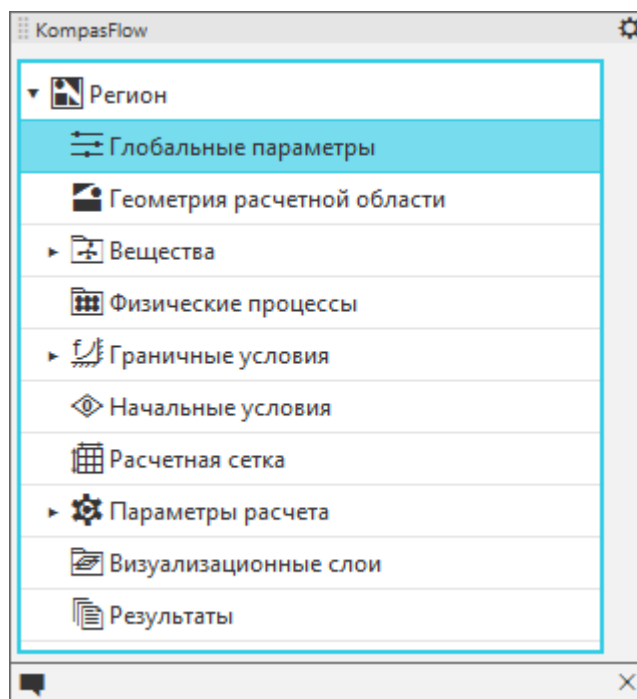


Теперь новый расчетный проект KompasFlow создан.



4.2 Глобальные параметры проекта

В глобальных параметрах проекта задаются вектор гравитации, опорные давление и температура и геометрическая точность.

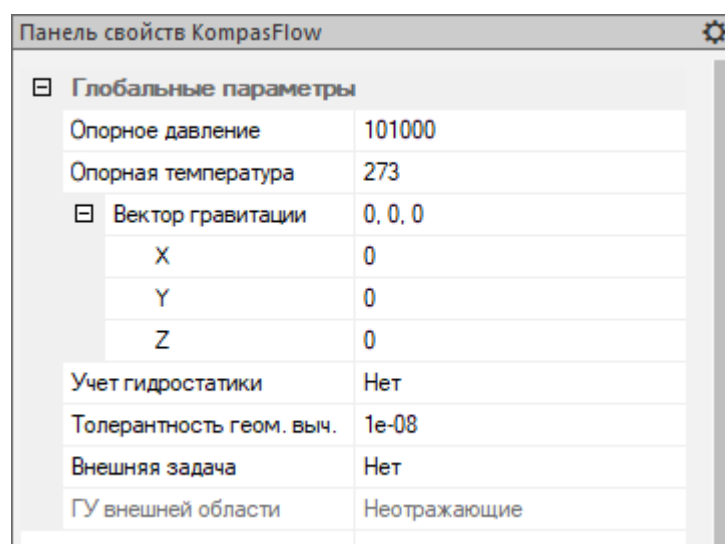


В данном примере гравитация не оказывает существенного влияния на решение, поэтому не требуется изменять нулевые значения компонент Вектора гравитации, используемые по умолчанию.

Значения глобальных параметров настраиваются в панели свойств. Подробнее о глобальных параметрах можно узнать в [соответствующей главе](#).

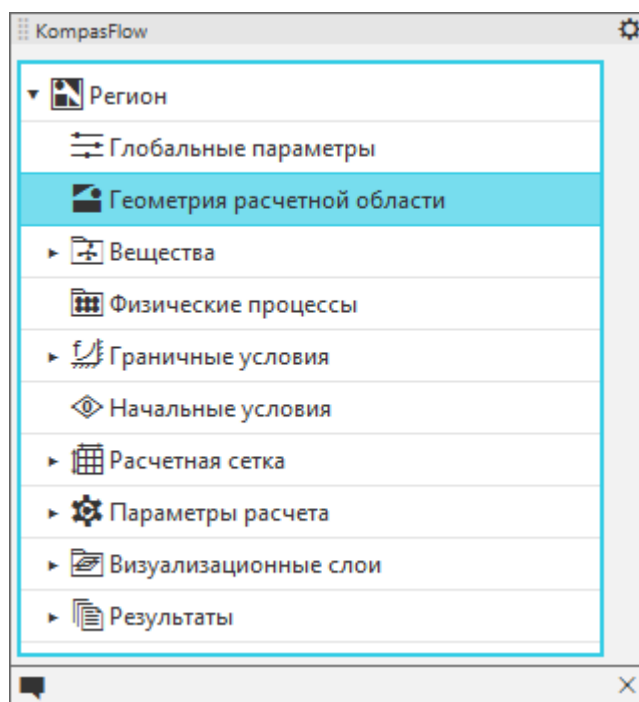
Для рассматриваемого примера подойдут значения по умолчанию:

Опорное давление	101000
Опорная температура	273
Вектор гравитации	
X	0
Y	0
Z	0
Учет гидростатики	Нет
Толерантность геом. выч.	1e-08
Внешняя задача	Нет
ГУ внешней области	Неотражающие ()



4.3 Представление геометрии расчетной области в дереве проекта

В дереве проекта KompasFlow есть папка **Геометрия расчетной области**, содержащая подпапку **Тела**:

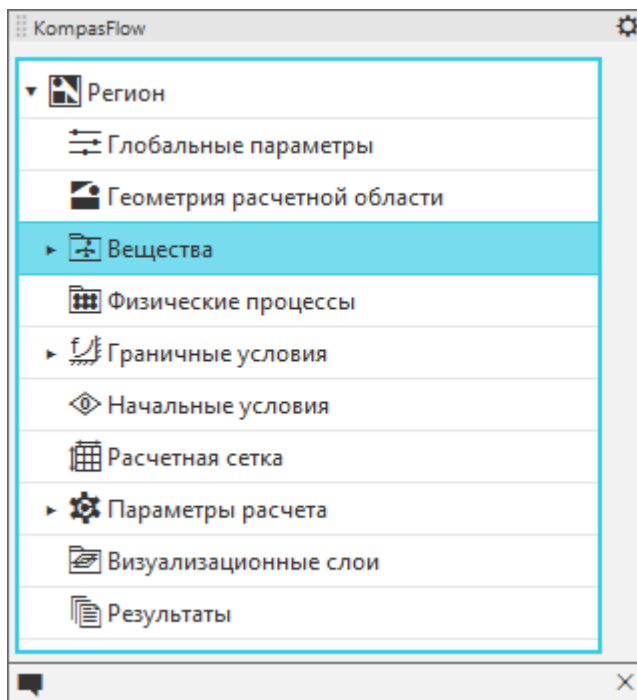


Если тело состоит из нескольких частей, в этой папке будут отображены все части. Здесь можно определить, какое тело будет основным расчетным объемом, а какое будет вставкой, изменяющей расчетный объем.

Папка **Тела** в данном учебном примере не используется.

4.4 Вещество и его параметры

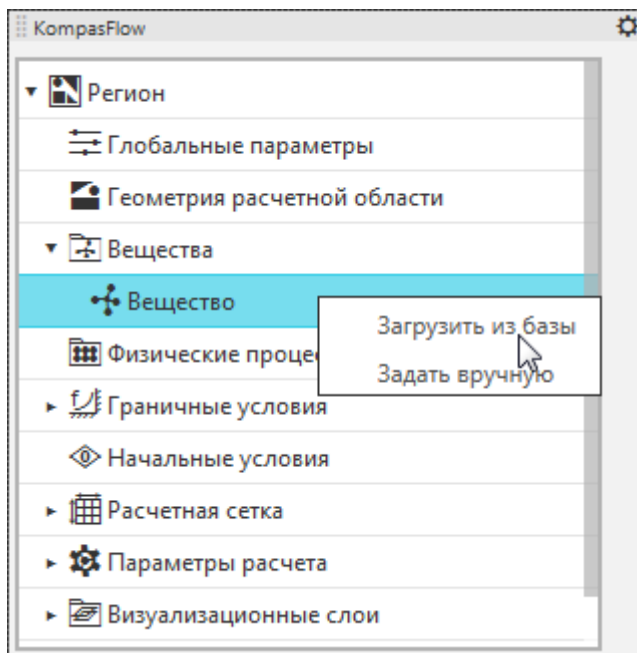
Параметры моделируемого вещества задаются в панели свойств элемента **Регион > Вещества** в дереве проекта KompasFlow:




В нашем примере будет моделироваться течение воды.

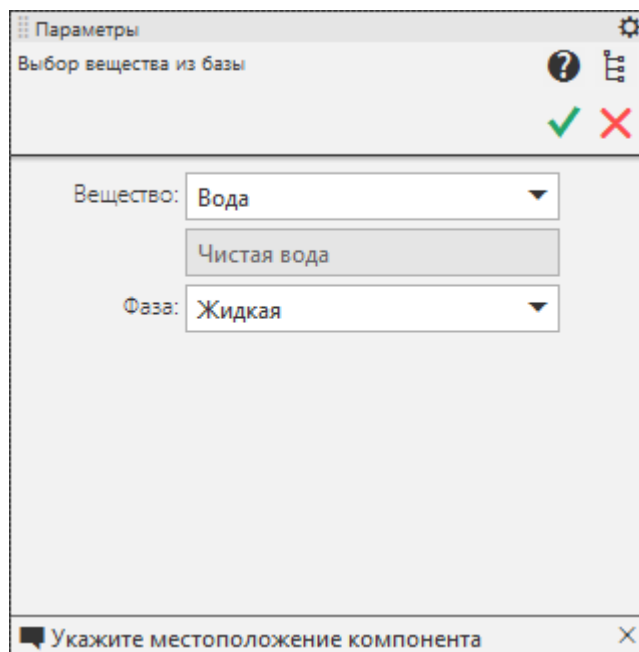
1. Открытие контекстного меню элемента Вещество и выбор в нем пункта "Загрузить из базы"

Нажмите правой кнопкой мыши на элемент **Вещество** в дереве проекта KompasFlow. Откроется контекстное меню, выберите в нем пункт **Загрузить из базы**:




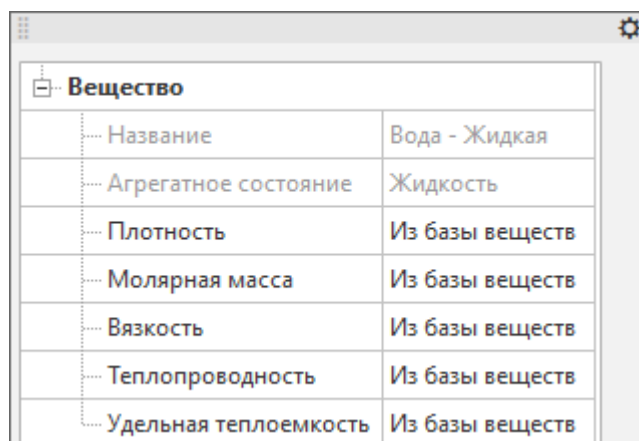
2. Выбор Вещества и его Фазы

В области панелей управления КОМПАС-3D откроется вкладка **Параметры**, в которой нужно выбрать **Вещество** и его **Фазу**. Задайте **Вещество = Вода** и **Фаза = Жидкая** (выберите значения из выпадающих списков). Когда эти параметры будут заданы, появится пиктограмма 



3. Подтверждение выбора Вещества

Нажмите на пиктограмму . Снова откроется дерево проекта KompasFlow, причем в свойствах элемента **Вещество** будут указаны название вещества и фаза, а в качестве значений, соответствующих физическим свойствам, будет указано **Из базы веществ**:

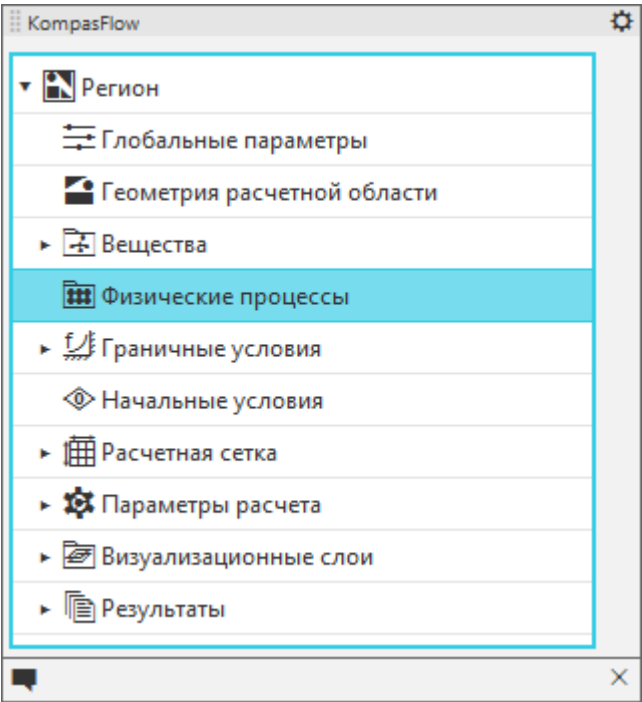


Вещество	
Название	Вода - Жидкая
Агрегатное состояние	Жидкость
Плотность	Из базы веществ
Молярная масса	Из базы веществ
Вязкость	Из базы веществ
Теплопроводность	Из базы веществ
Удельная теплоемкость	Из базы веществ

4.5 Физические процессы

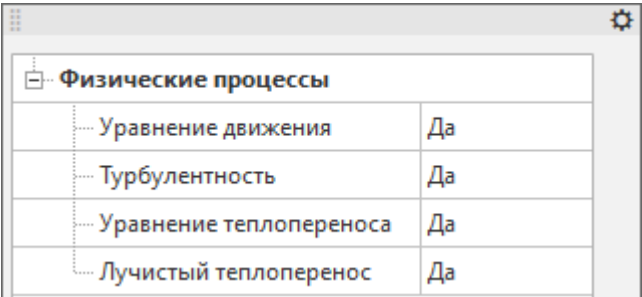
На этом шаге нужно задать, какие физические процессы будут моделироваться.

Набор решаемых уравнений и их настройки задаются в панели свойств элемента **Регион > Физические процессы** в дереве проекта KompasFlow.



Задайте следующие значения параметров **Физических процессов**:

Уравнение движения	Да
Турбулентность	Да
Уравнение теплопереноса	Да
Лучистый теплоперенос	Нет

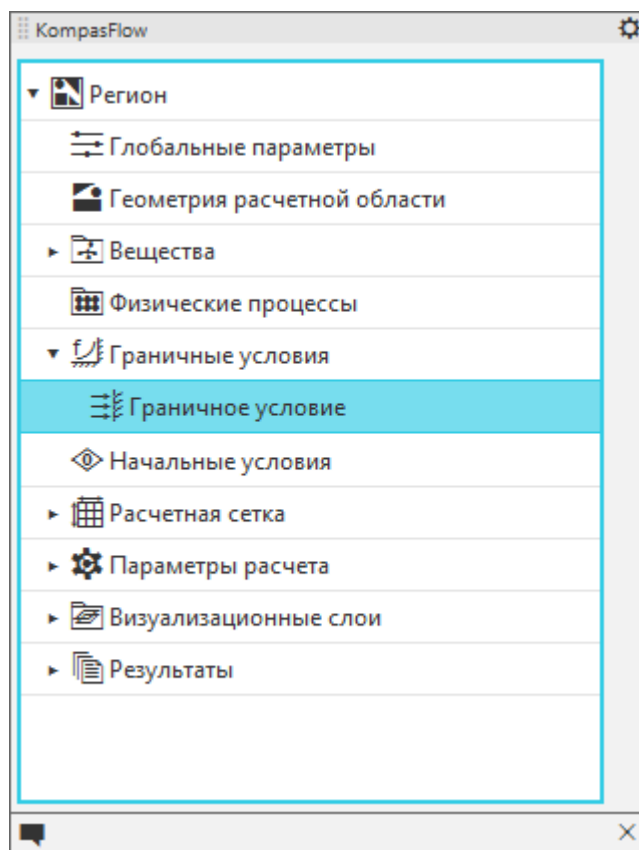


4.6 Граничные условия

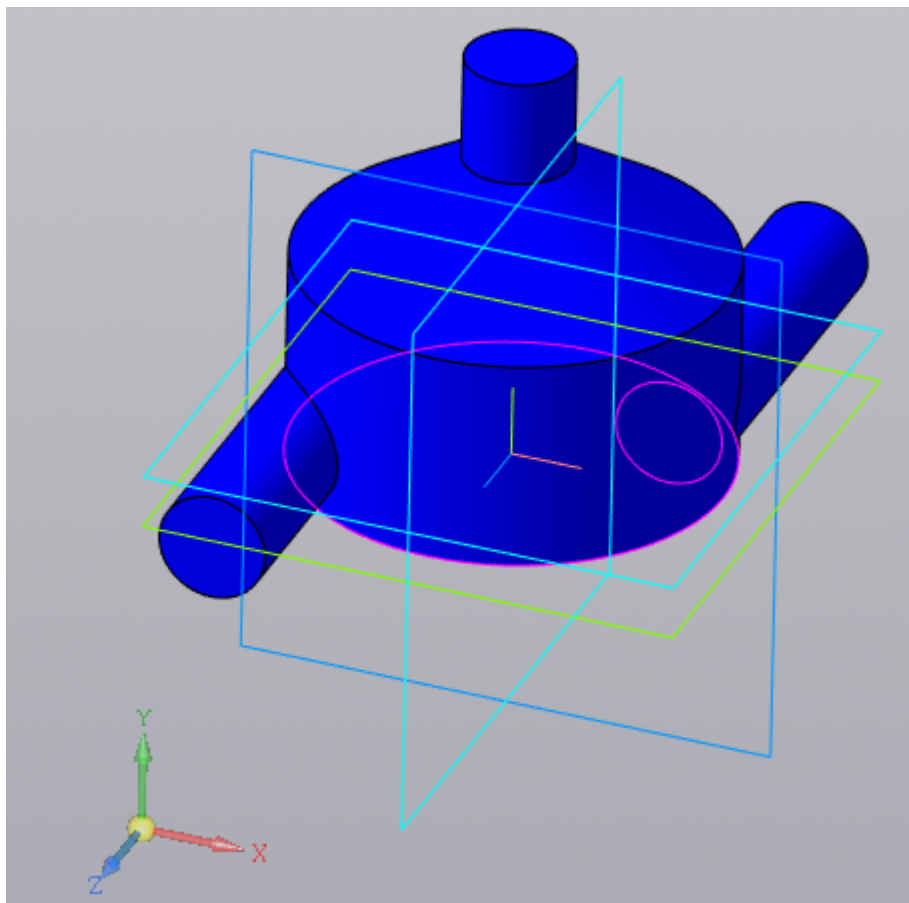
Моделирование всего бесконечного пространства невозможно, поэтому оно ограничено некоторой расчетной областью, на границах которой нужно настроить граничные условия, адекватно описывающие пространство за пределами расчетной области (см. подробности и описание интерфейса в разделе [Граничные условия](#)).

Граничные условия устанавливаются на гранях модели, выбираемых в графической области (см. пошаговую процедуру в подразделе **Расстановка граничных условий на группах фасеток** ниже).

Первоначально на всех поверхностях геометрической модели устанавливается **ГУ** типа **Стенка** с именем **Граничное условие**:



Это граничное условие устанавливается на всех гранях модели и, поскольку в его свойствах задано отображение синим цветом, то всё изображение смесителя в графической области окна КОМПАС-3D будет окрашено в синий цвет:



Для задания **Граничных условий (ГУ)** в нашем примере нужно:

1. Создать четыре **Граничных условия**: для входа холодной воды, для входа горячей воды, для выхода смеси и для стенок.
2. Привязать созданные **ГУ** к соответствующим граням расчетной области.
3. Задать значения температур и расходов для граничных условий, соответствующих входам холодной и горячей воды.

Создание Граничных условий

1. Переименуйте существующее Граничное условие.

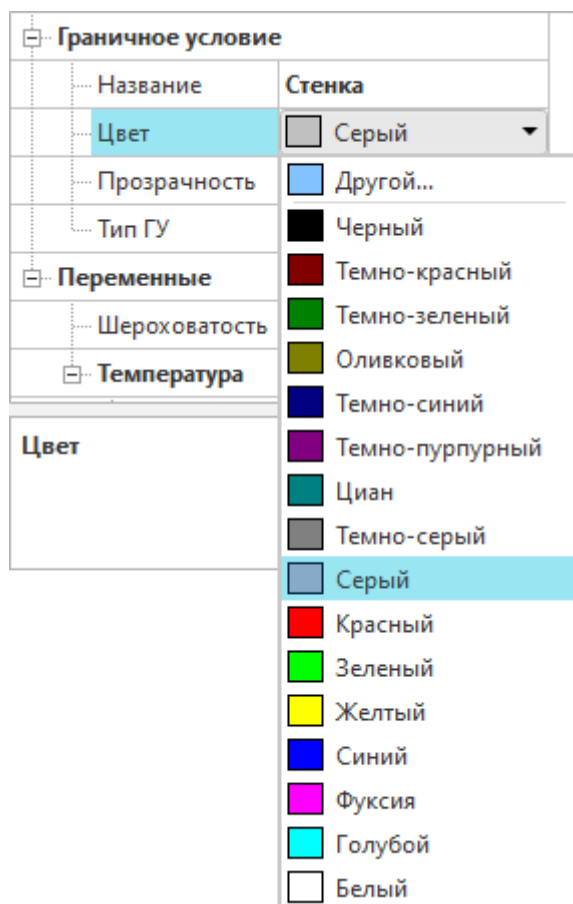
В дереве проекта, в свойствах элемента **Регион > Граничные условия > Граничное условие** измените **Название** на **Стенка**:

Граничное условие	
Название	Стенка
Цвет	Серый
Прозрачность	1
Тип ГУ	Стенка
Переменные	
Шероховатость	0
Температура	
Способ	Тепловой поток
Значение	0

Это граничное условие будет использовано для стенок смесителя, его название в дереве проекта изменится с **Граничное условие** на **Стенка**.

2. Измените цвет этого граничного условия.

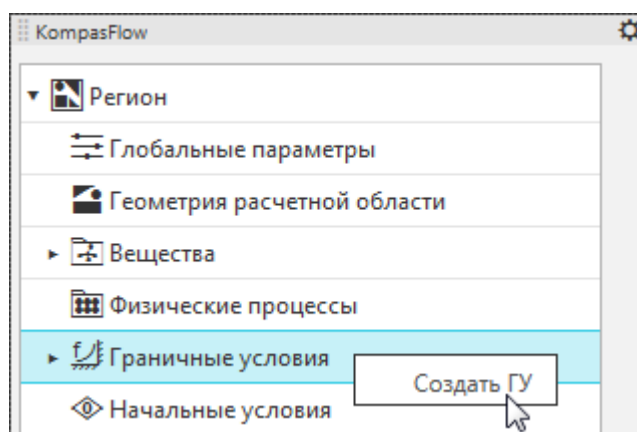
В свойствах элемента **Регион > Граничные условия > Стенка** задайте **Цвет = Серый** (выберите цвет из списка):



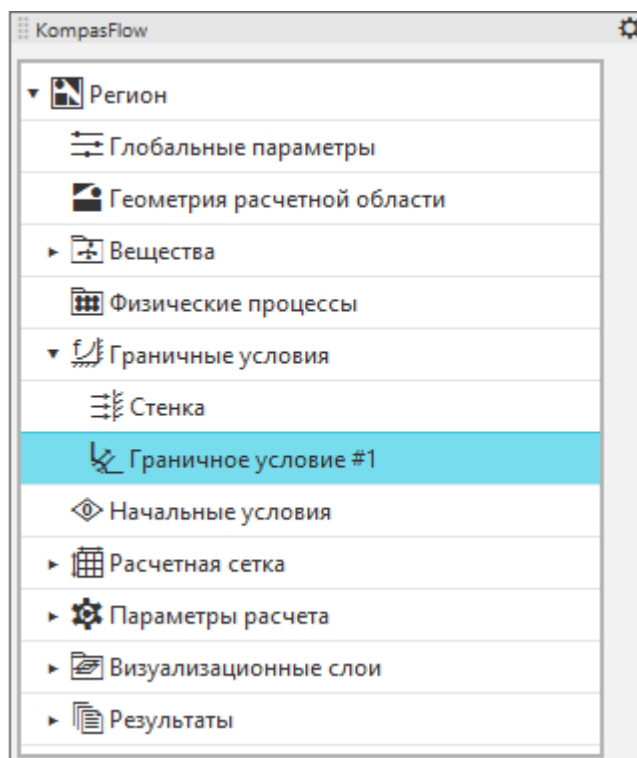
В результате все грани, связанные с этим ГУ, поменяют свой цвет.

3. Создайте еще одно Граничное условие (для входа холодной воды):

Откройте контекстное меню папки **Регион > Граничные условия** и выберите в нем команду **Создать**:



В папке **Граничные условия** появится элемент **Граничное условие #1**:



4. Измените название и тип только что созданного Граничного условия #1

Выделите элемент Граничное условие #1 в дереве проекта, и в его свойствах задайте:

Название	Вход холодный
Цвет	■ Синий (по умолчанию)
Тип ГУ	Вход/Выход

5. Создайте еще одно Граничное условие (для входа горячей воды), задайте его название, цвет и тип

Откройте контекстное меню папки **Регион > Граничные условия** и выберите в нем команду **Создать**. В папке **Граничные условия** появится элемент **Граничное условие #1**. Задайте в его свойствах:

Название	Вход горячий
Цвет	■ Красный
Тип ГУ	Вход/Выход

6. Создайте еще одно Граничное условие (для выхода), задайте его название, цвет и тип

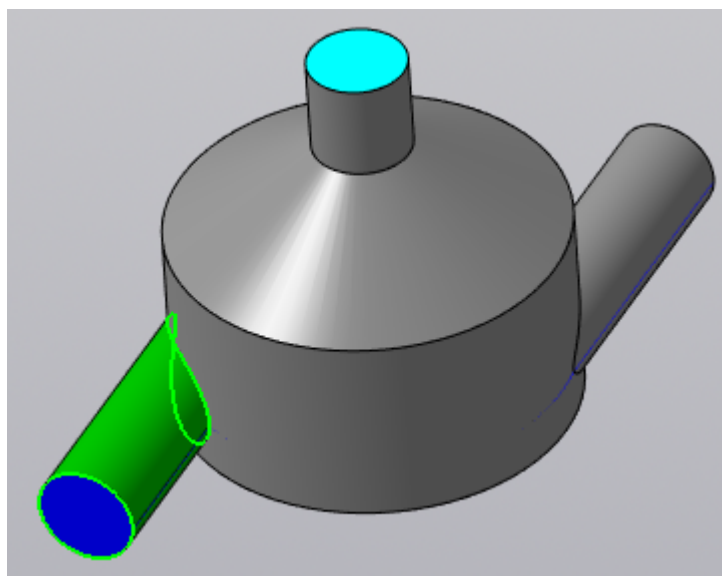
Откройте контекстное меню папки **Регион > Граничные условия** и выберите в нем команду **Создать**. В папке **Граничные условия** появится элемент **Граничное условие #1**. Задайте в его свойствах:

Название	Выход
Цвет	■ Голубой
Тип ГУ	Свободный выход

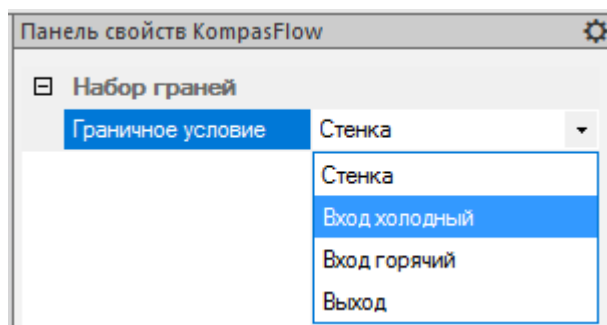
Расстановка граничных условий на группах фасеток

Нам потребуется задать **Граничные условия** на группах фасеток (гранях геометрической модели), соответствующих входу холодной и горячей воды, выходу смешанной воды и стенкам смесителя.

Для выделения нужной группы фасеток нажмите на изображение соответствующей поверхности в графической области окна КОМПАС-3D (после чего это изображение будет выделено зеленым цветом):

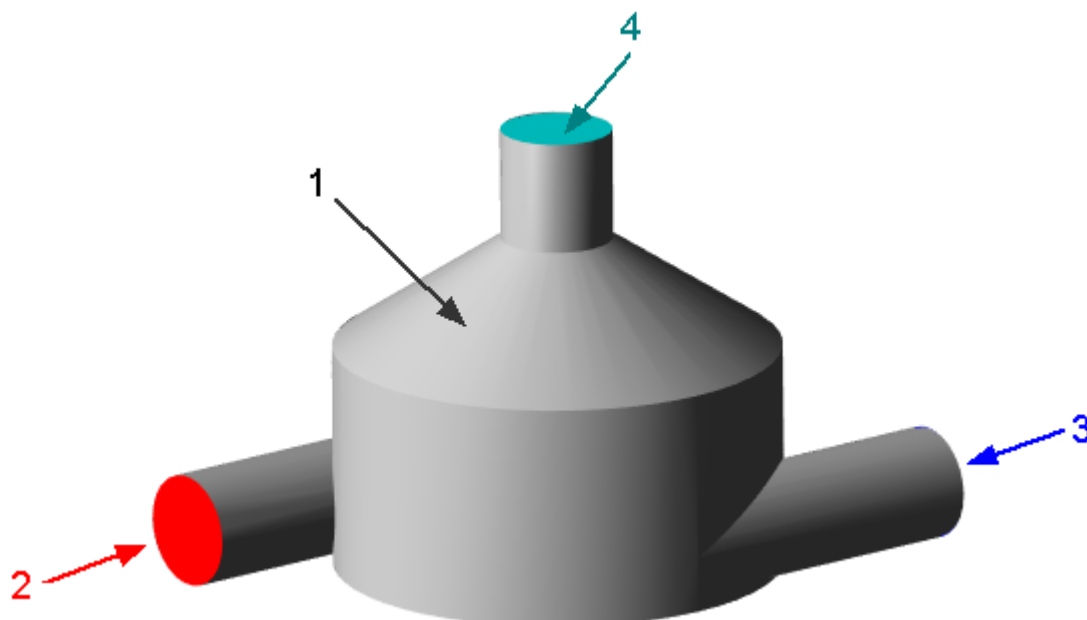


В панели свойств при этом отобразится корневой элемент **Набор граней**, содержащий параметр **Граничное условие**, значение которого выбирается из выпадающего списка:



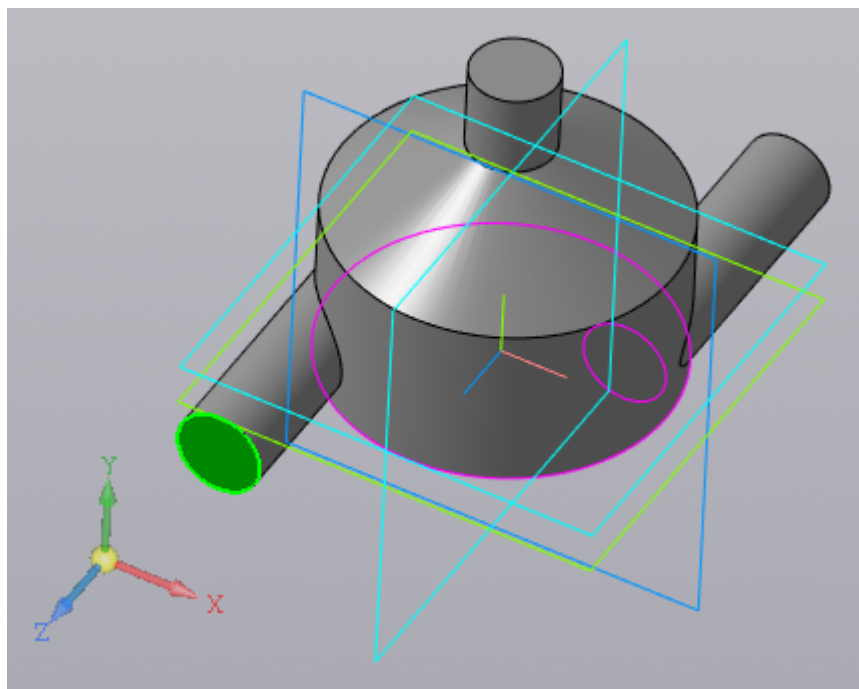
Привяжем созданные **Граничные условия** к граням геометрической модели.

Поскольку на всех группах фасеток уже стоит граничное условие **Стенка**, остается только изменить **Граничные условия** на сечениях впускных трубок и выпускной трубки в соответствии с приведенной ниже иллюстрацией:



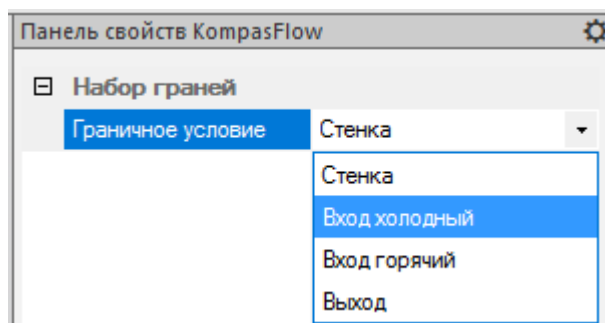
1 — Стенка, 2 — Вход горячий, 3 — Вход холодный, 4 — Выход

Нажмите на изображение сечения одной из впускных трубок в графической области окна КОМПАС-3D, оно подсветится зеленым цветом.



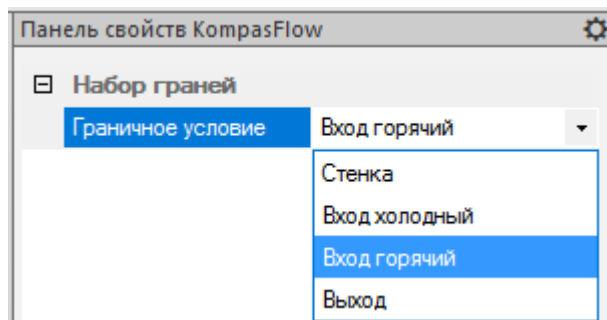
В панели свойств откроются параметры соответствующего элемента **Набор граней**.

Задайте **Граничное условие** = **Вход холодный**:



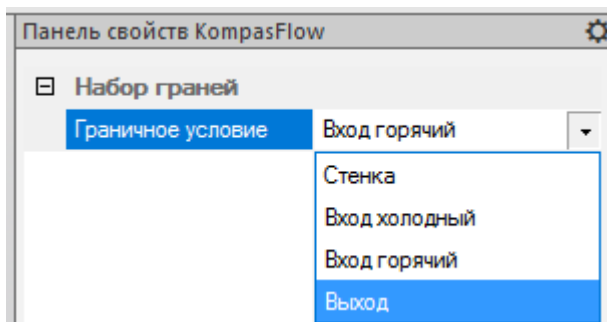
Разверните изображение смесителя в графической области и нажмите на сечение другой впускной трубки.

В панели свойств откроются параметры соответствующего элемента **Набор граней**, задайте там **Граничное условие = Вход горячий**:



Если сечение выпускной трубки не видно, разверните изображение смесителя так, чтобы оно стало видно. Нажмите на сечение выпускной трубки.

В панели свойств откроются параметры соответствующего элемента **Набор граней**, задайте там **Граничное условие = Выход**:



После расстановки граничных условий соответствующие сечения трубок будут обозначены в графической области синим, красным и голубым цветами.

Задание параметров граничных условий

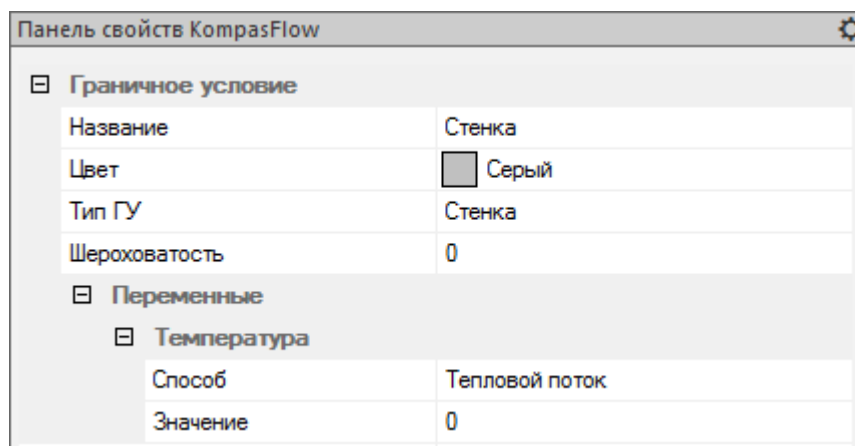
Теперь необходимо определить, каким образом будет вычисляться значение физических величин на границах расчетной области.

Выделяйте по очереди **Граничные условия** и в панели свойств задайте их параметры.

Для граничного условия **Стенка** задайте:

Переменные	
Температура	
Способ	Тепловой поток
Значение	0

Такие параметры означают, что стенка смесителя непроницаема для теплопереноса. Эти изменения сохраняются в панели свойств **Стенки**:



Для граничного условия **Вход холодный** задайте значения переменных **Скорости** и **Температуры**:

Переменные

Скорость

Способ Нормальная массовая скорость

Значение 1273.24

Температура

Значение 5

Задается нормальная массовая скорость потока, $[\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})]$. Значение $1273.24 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ получается при делении массового расхода $0.1 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$ на площадь сечения подводящей трубки диаметром 0.01 м ($7.854 \times 10^{-5} \text{ м}^2$).

Значение температуры на 5 [K] превышает значение [опорной температуры](#) 273 [K] , т.е. соответствует температуре $5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для граничного условия **Вход горячий** задайте аналогичное значение **Скорости** и увеличенную **Температуру**:

Переменные

Скорость

Способ Нормальная массовая скорость

Значение 1273.24

Температура

Значение 70

Значение температуры на 70 [K] превышает значение [опорной температуры](#) 273 [K] , т.е. соответствует температуре $70 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для граничного условия **Выход** задайте **Давление** и **Температуру**:

Переменные

Скорость

Давление 0

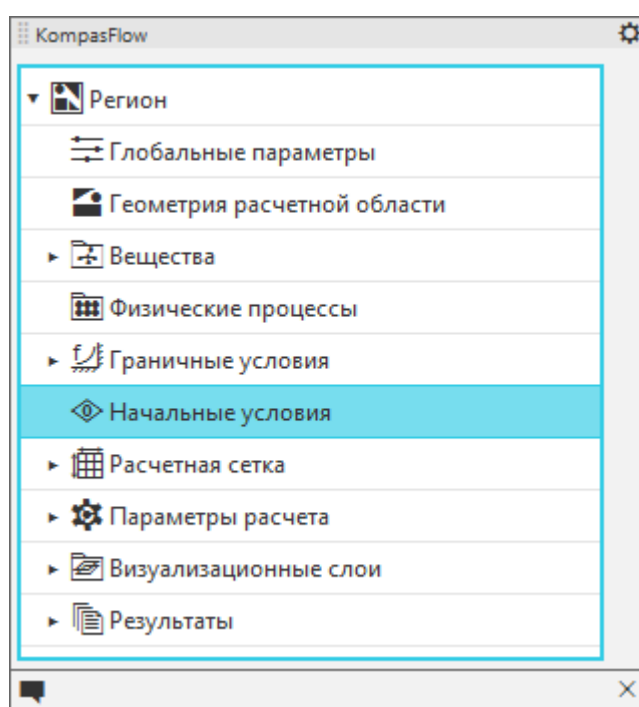
Температура

Значение 5

Значение давления соответствует значению [опорного давления](#), в [Па].

Значение температуры соответствует температуре 5 °С. Данное значение применяется только при обратном токе жидкости через граничное условие.

4.7 Начальные условия



Начальные условия применяются, чтобы задать значения моделируемых величин в расчетной области в начальный момент времени.

По умолчанию все числовые переменные в начальный момент имеют нулевые значения и **Уровень турбулентности = Низкий, 3%**:

Задание ненулевых начальных условий позволяет ускорить сходимость решения (например, в задачах внешнего обтекания удобно задавать начальное поле скорости, соответствующее скорости набегающего потока).

В нашем учебном примере **Начальные условия** соответствуют неподвижной жидкости с температурой 5 °С (т.е. на 5 [K] превышающей значение [опорной температуры](#) 273 [K]) и с давлением, совпадающим с [опорным давлением](#) (101000 [Па]).

Задайте в панели свойств элемента **Начальные условия**:

Температура 5

Начальные условия	
Скорость	0, 0, 0
X	0
Y	0
Z	0
Давление	0
Уровень турбулентности	Низкий, 3%
Температура	5

Температура
Температура, [K]

Не изменяйте нулевые значения по умолчанию параметров **Скорость (X, Y, Z)** и **Давление**.

4.8 Расчетная сетка

- Регион
 - Глобальные параметры
 - Геометрия расчетной области
 - Вещества
 - Физические процессы
 - Граничные условия
 - Начальные условия
 - Расчетная сетка**
 - Параметры расчета
 - Визуализационные слои
 - Результаты

Невозможно посчитать движение каждой молекулы. Поэтому применяется дискретизация пространства с помощью *расчетной сетки*. Весь расчетный объем разбивается на элементарные объемы — ячейки. Чем меньше размер таких ячеек, тем лучше разрешение пространства сеткой. В объеме каждой ячейки все физические величины считаются постоянными в рассматриваемый момент времени.

В данном примере задание расчетной сетки будет состоять из двух этапов:

- 1) задание **начальной Расчетной сетки**;

2) задание локальной [Адаптации](#).

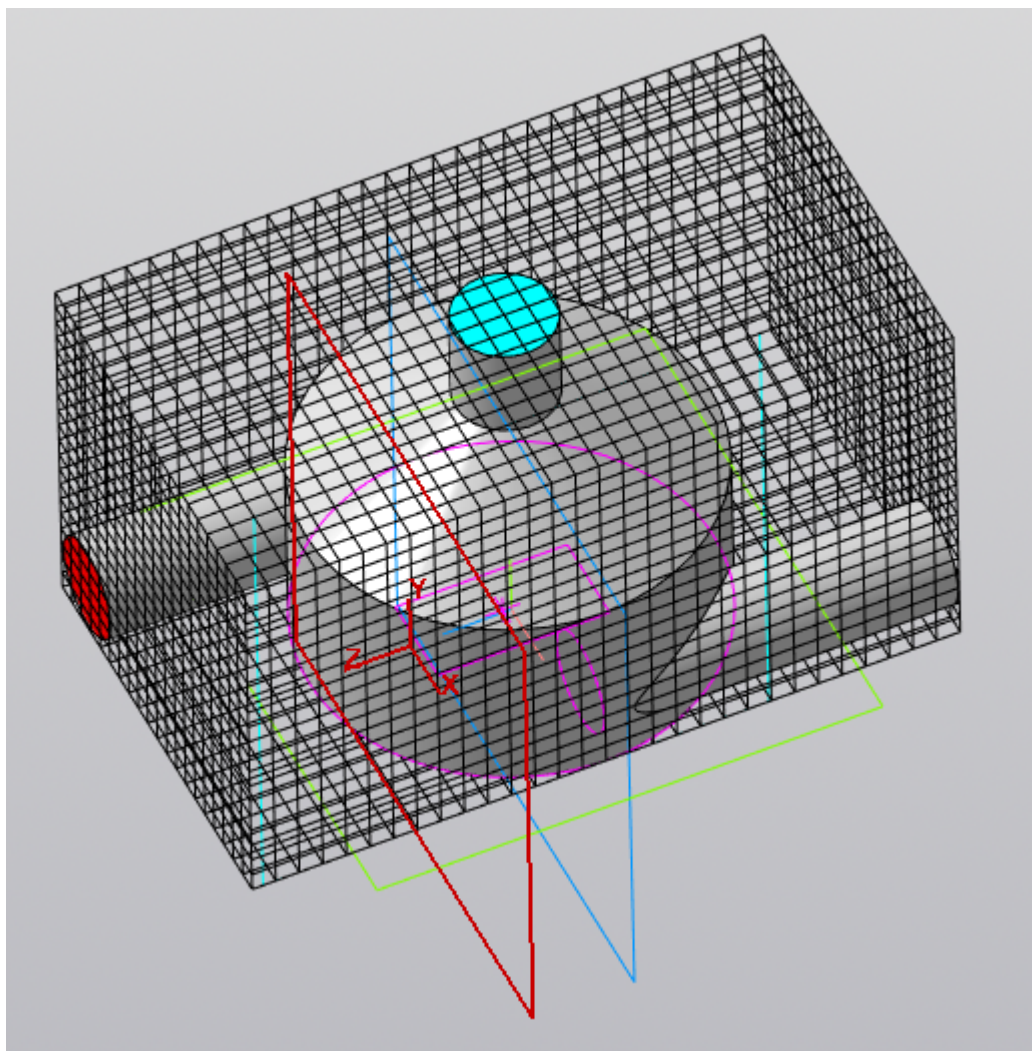
4.8.1 Начальная расчетная сетка

Начальная сетка в KomrasFlow является ортогональной и равномерной. Она задается в боксе, описывающем расчетную область. Необходимо указать шаги разбиения по трем осям системы координат.

Задайте равномерную начальную расчетную сетку, с количеством ячеек 20, 20 и 30 по осям X, Y, Z соответственно, задав в панели свойств элемента [Регион > Расчетная сетка](#):

nX	20
nY	20
nZ	30

Изображение **Расчетной сетки** в графической области соответствующим образом изменится:



4.8.2 Адаптация

Адаптация — это способ измельчения начальной сетки у поверхности геометрической модели. Адаптация приводит к измельчению ячеек путем деления сетки пополам по каждому направлению вдоль осей X, Y, Z (поэтому одно разбиение делит ячейку на 8 частей).

Уровень адаптации — число последовательных разбиений ячеек сетки. Чем больше уровень, тем мельче будут ячейки.

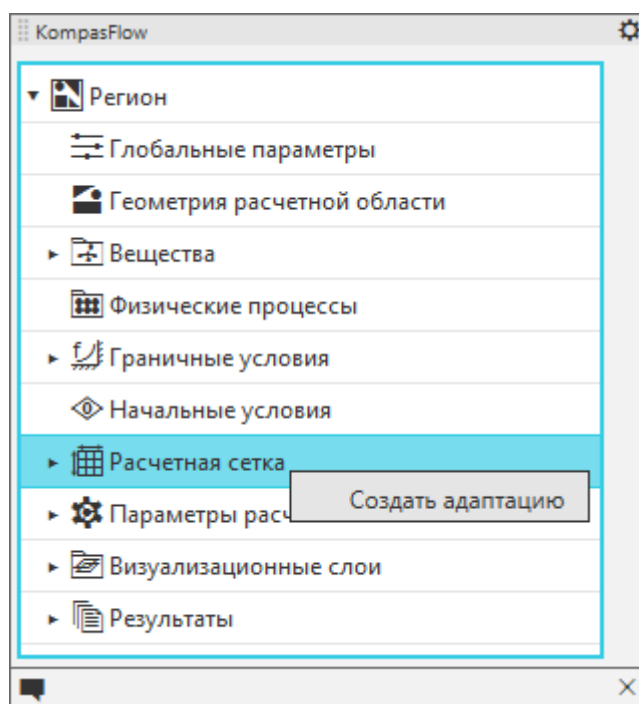
Имеется возможность задать количество слоев адаптации, относящихся к одному уровню адаптации. Этот параметр позволяет распространять адаптацию на некотором расстоянии от поверхности, на которой она задана (в направлении нормали к этой поверхности).

Адаптация настраивается в дереве проекта KompasFlow по адресу: Регион > Расчетная сетка > Адаптация #N

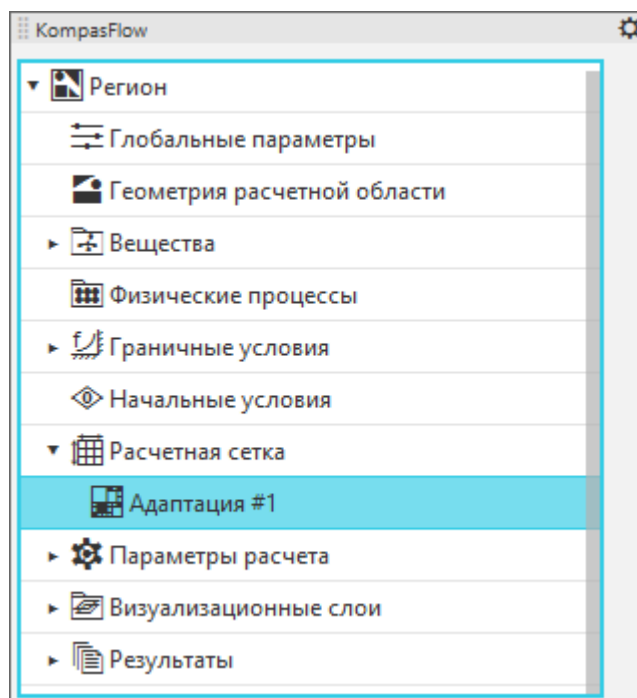
В нашем примере будет задана адаптация на поверхности стенок смесителя, с разбиением не больше, чем на один уровень, с тремя слоями проадаптированных ячеек, примыкающих к стенкам смесителя.

Выполните следующие действия:

Создайте **Адаптацию**, которая будет применяться на стенках смесителя. Для этого в контекстном меню элемента **Регион > Расчетная сетка** выберите команду **Создать адаптацию**:



В дереве проекта появится элемент **Адаптация #1**:



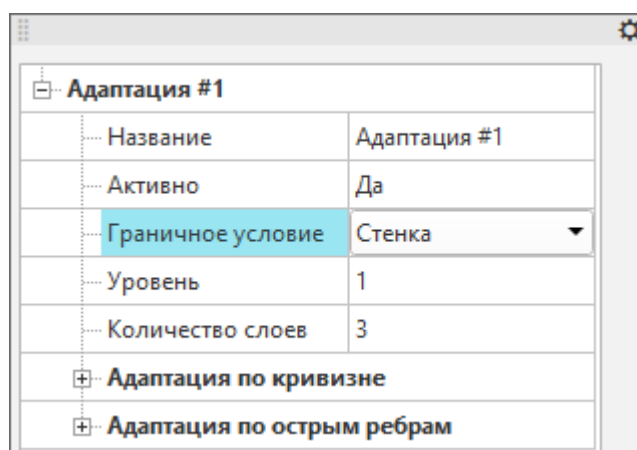
Задайте следующие параметры **Адаптации #1** в ее панели свойств:

Активно	Да
---------	----

Граничное условие	Стенка
-------------------	--------

Уровень	1
---------	---

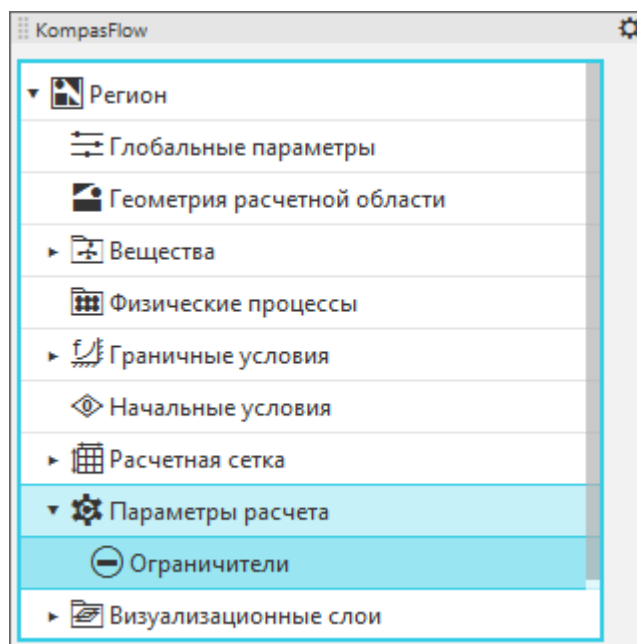
Количество слоев	3
------------------	---



Не меняйте параметры в группах **Адаптация по кривизне** и **Адаптация по острым ребрам**.

4.9 Параметры управления расчетом

Параметры расчета настраиваются в панелях свойств элементов **Регион > Параметры расчета** и **Регион > Параметры расчета > Ограничители**:

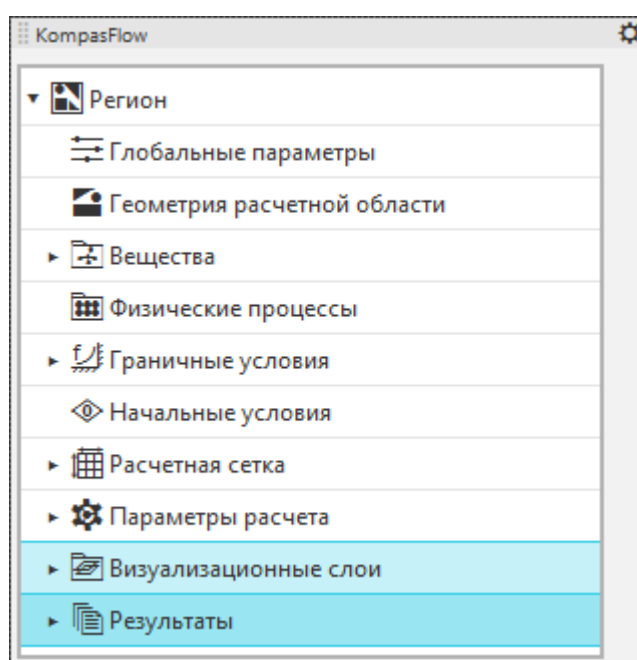


Задайте следующие значения в панели свойств элемента **Параметры расчета**:

CFL	50
Макс. шаг по времени	0.01
Моделируемое время	15

Не изменяйте параметры элемента **Параметры расчета > Ограничители**, заданные по умолчанию.

4.10 Отображение результатов расчета



Для настройки отображения результатов расчета используются следующие папки дерева проекта:

- **Визуализационные слои** (содержит элементы Слой #N)

- **Результаты** (содержит элементы Результат #N)

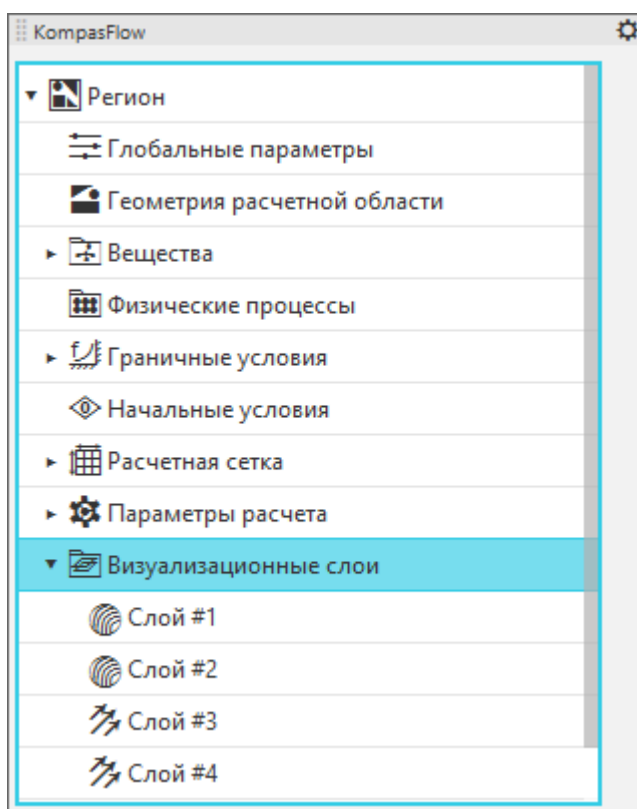
Изображения **Слоев** отображаются в графической области окна КОМПАС-3D (см. [Визуальное наблюдение слоев в ходе расчета](#)).

Графики с **Результатами** отображаются в окне Мониторинг (см. [Просмотр данных в окне "Мониторинг"](#)).

4.10.1 Создание слоев

Для графического отображения результатов расчета применяются **Визуализационные слои**.

Каждый такой **Слой** представлен в дереве проекта как дочерний элемент **Слой #N** в папке **Визуализационные слои**:

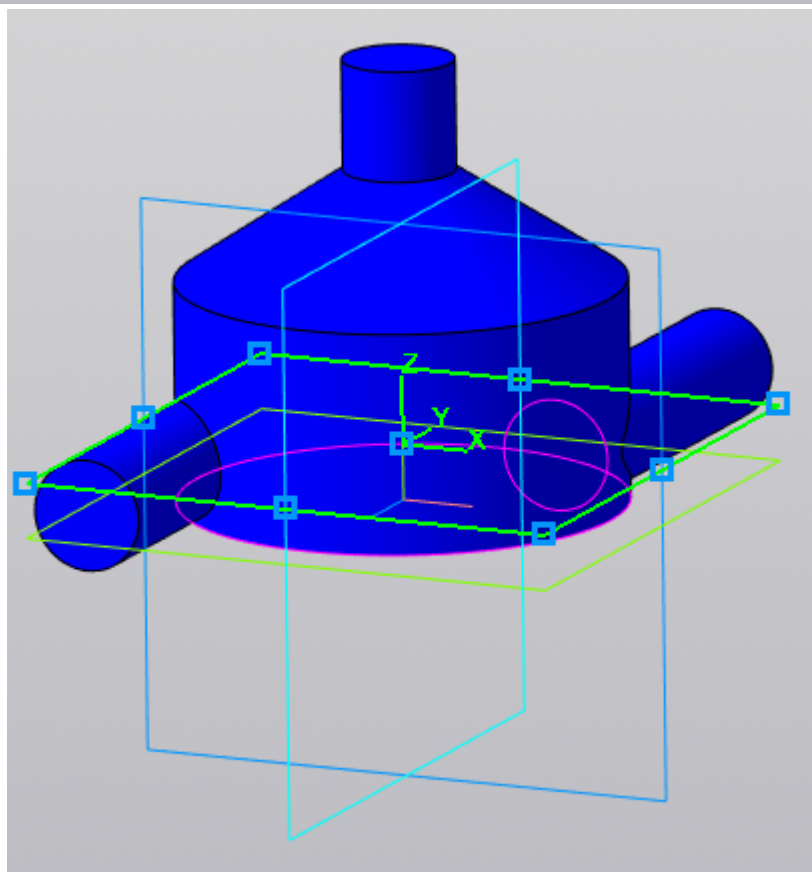
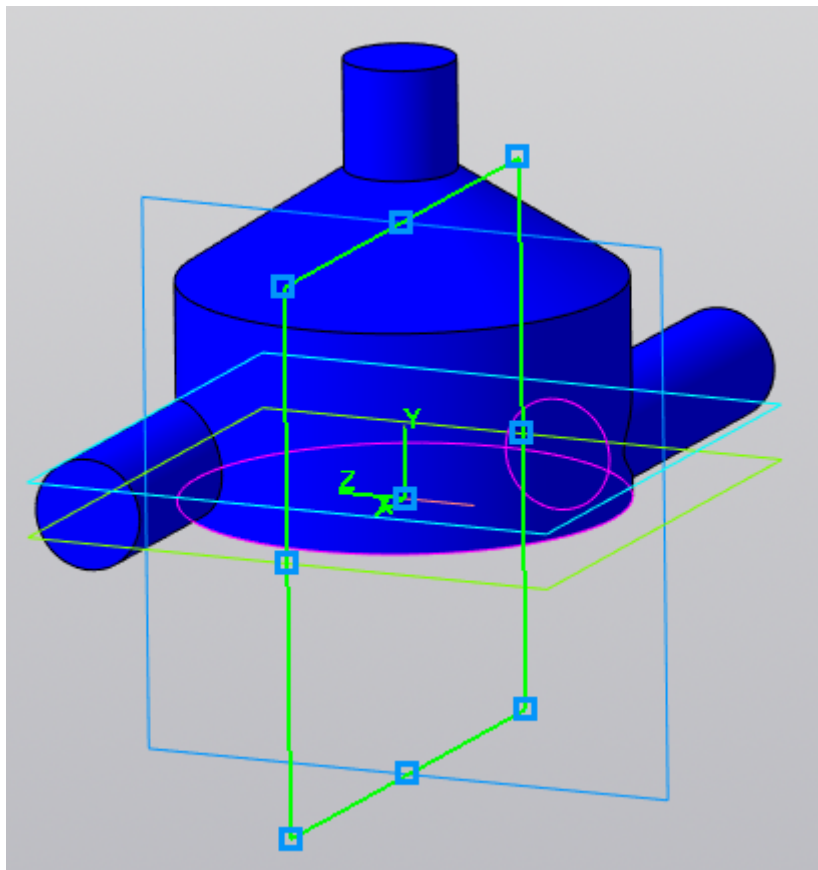


Слои строятся в объеме, на плоскостях или на геометрических поверхностях.

В нашем примере мы создадим **Слой**, построенные на следующих **Плоскостях**:

- вертикальная плоскость, параллельная впускным трубкам и проходящая через ось симметрии смесителя;
- горизонтальная плоскость, проходящая через оси впускных трубок.

В загруженном проекте уже имеются такие Плоскости: **Смещенная плоскость:1** и **Смещенная плоскость:2**.



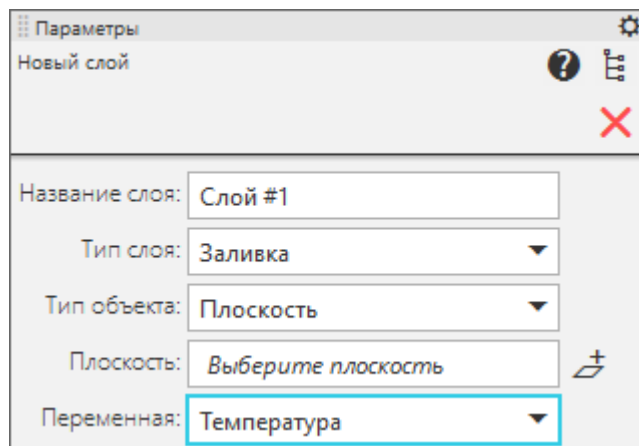
Смещенные плоскости 1 и 2, первоначально заданные в файле mixerfv_rus.m3d
(обозначены зеленым цветом и девятью точками)

На каждой из этих **Плоскостей** создадим по два **Слоя**, в одном из которых зададим отображение **Температуры** в виде цветной заливки, а в другом — **Скорости** в виде векторов. Таким образом, всего



будет создано четыре **Слоя**. При желании средствами КОМПАС-3D можно создать другие **Плоскости** и построить на них **Слои**.

Выполните следующие действия:

1. В контекстном меню элемента **Визуализационные слои** выберите команду **Создать слой**. В области панелей управления КОМПАС-3D откроется вкладка **Параметры**, в которой нужно задать параметры создаваемого **Слоя**:



2. Во вкладке **Параметры** задайте параметры **Слоя**:

Название слоя	Слой #1
Тип слоя	Заливка
Тип объекта	Плоскость
Плоскость	Смещенная плоскость:1 <div>Для этого нажмите на пиктограмму  и выберите Смещенная плоскость:1 в дереве геометрических элементов, которое отобразится в отдельной вкладке Дерево, а затем вернитесь во вкладку Параметры. Выбранная Плоскость будет отображаться в дереве геометрических элементов красной пиктограммой ().</div>
Переменная	Температура

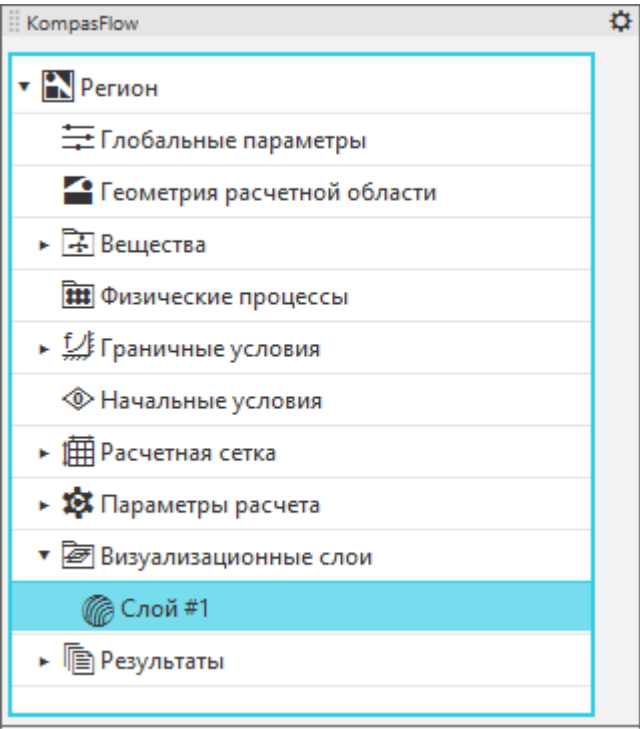
Некоторые поля уже содержат нужные значения, установленные по умолчанию. В этих случаях убедитесь, что заданы именно они.



Параметры **Название слоя**, **Плоскость**, **Поверхность**, **Переменная** при желании можно изменить и после создания **Слоя**, в его в панели свойств.

3. Нажмите на появившуюся пиктограмму .

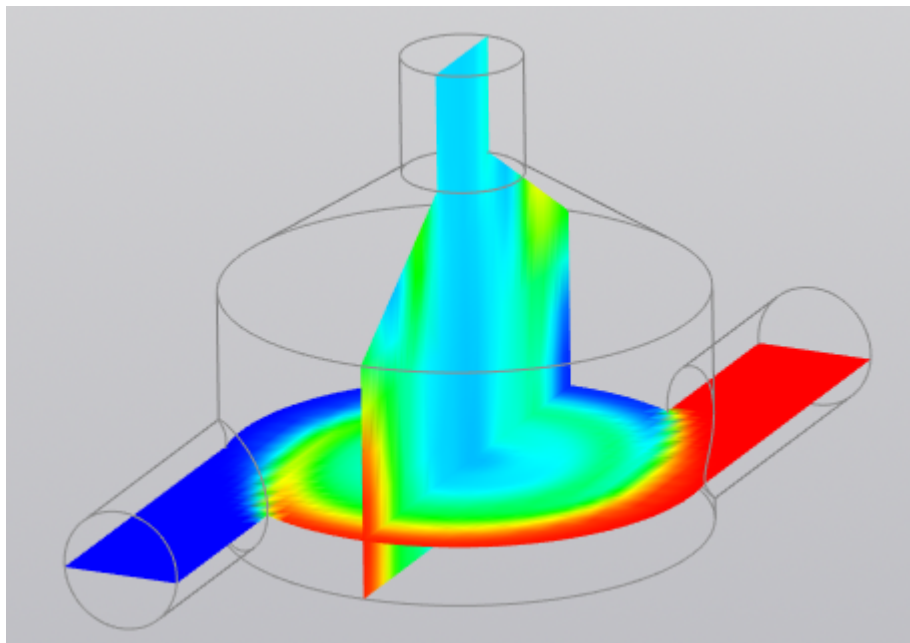
Программа создаст Слой #1 и откроет вкладку KompasFlow:



4. Аналогичным образом создайте еще три Слоя со следующими параметрами:
- **Слой #2** на **Смещенной плоскости:2** с параметрами: **Тип слоя = Заливка**, **Переменная = Температура**.
 - **Слой #3** на **Смещенной плоскости:1** с параметрами: **Тип слоя = Векторы**, **Переменная = Скорость**, **Переменная закраски = Нет**.
 - **Слой #4** на **Смещенной плоскости:2** с параметрами: **Тип слоя = Векторы**, **Переменная = Скорость**, **Переменная закраски = Нет**.
5. Настройте диапазон для **Слоев**, отображающих Температуру. В панелях свойств **Слоя #1** и **Слоя #2** задайте:

Настройки слоя	
Настройки отображения	
Диапазон	
Режим	Ручной
Максимум	70
м	
Минимум	5

Для обоих слоев, показывающих распределение **Температуры**, задан ручной диапазон отображения температур (от 5 до 70 градусов). Это сделано для того, чтобы температура на обоих этих слоях отображалась в одной, общей для них, шкале.

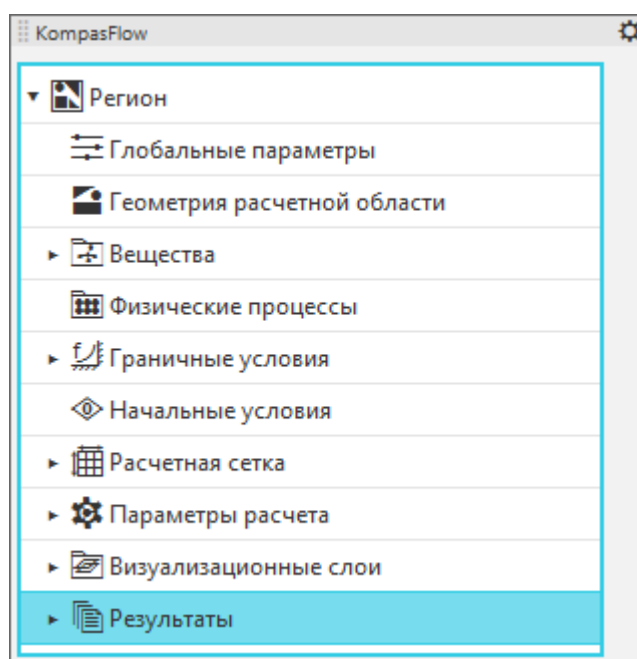


Отображение распределения температур по двум пересекающимся плоскостям в единой шкале (от 0 до 70 градусов)

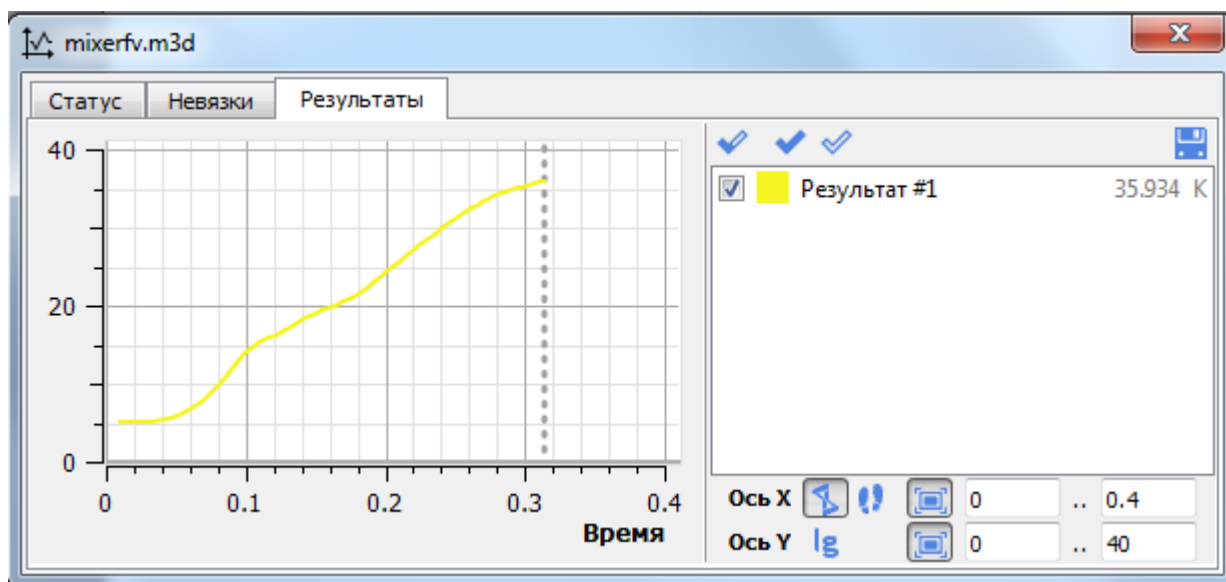
4.10.2 Создание результатов

Элементы **Результат #N** применяются для вычисления интегральных величин.

В дереве проекта они располагаются в папке **Результаты**:



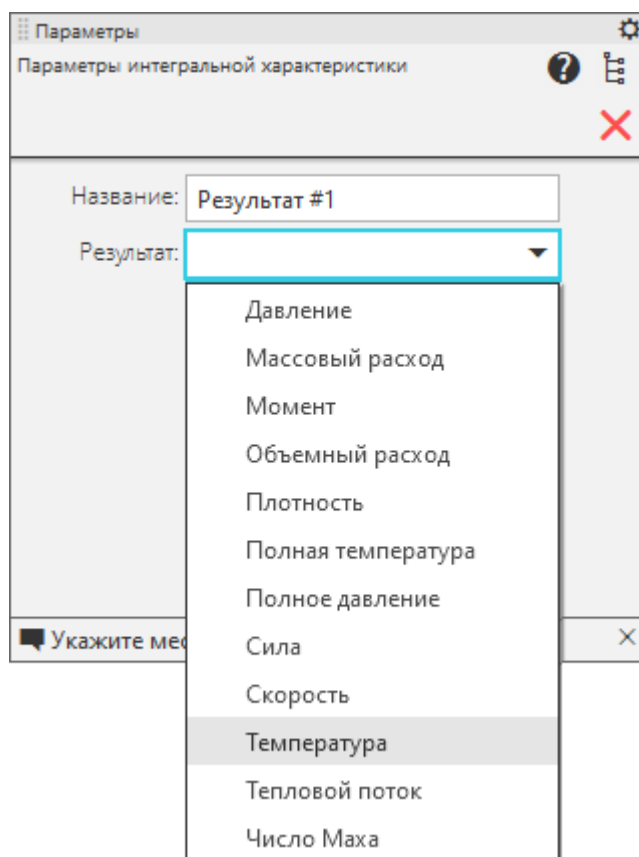
После запуска расчета графики **Результатов** в зависимости от времени отображаются в **Окне мониторинга**:



Графики **Результатов** удобно использовать для оценки сходимости решения. Например, когда средняя температура на выходе из смесителя перестанет меняться, можно судить о том, что решение сошлось и дальнейший расчет не имеет смысла.

Создайте **Результат #1**, вычисляющий среднюю температуру воды на выходе из смесителя. Для этого выполните следующие действия:

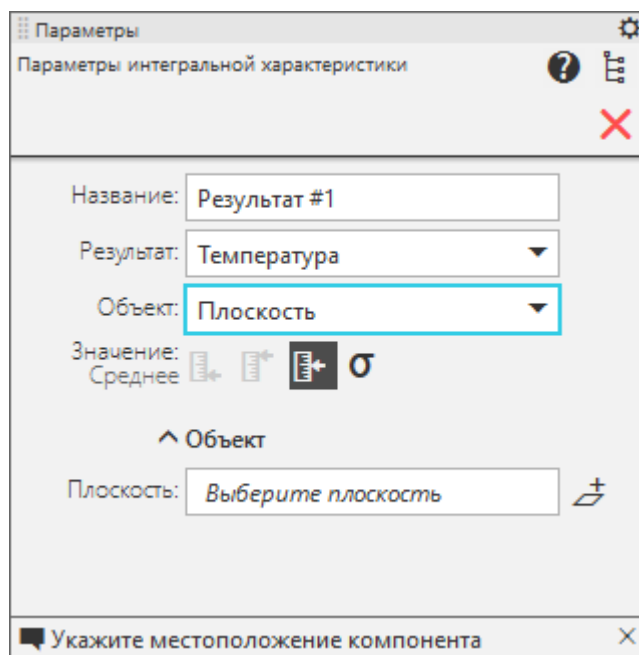
1. В контекстном меню элемента Результаты выберите команду Создать Результат. В области панелей управления КОМПАС-3D откроется вкладка Параметры, в которой нужно задать параметры создаваемого Результата.
2. В поле **Результат** выберите **Температура**.



Во вкладке Параметры появятся поля:

- **Объект** (возможные варианты: **Расчетная область** | **Плоскость** | **Поверхность** | **Точка**)
- **Значение** (на этом шаге данное поле неактивно)

3. В поле Объект выберите Плоскость.



Поле **Значение** станет активным (возможные варианты: **Среднее** и **Стд.откл.**, по умолчанию выбрано **Среднее**) и появится поле **Плоскость**:

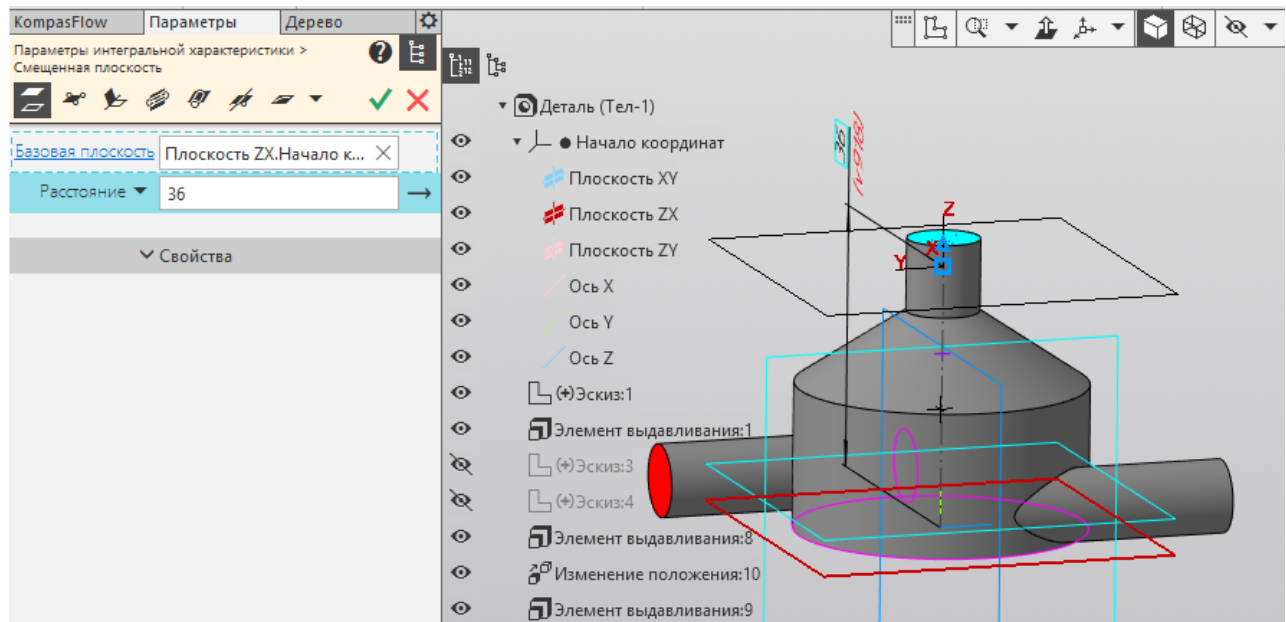
4. Не меняйте выбор **Значение = Среднее** () и нажмите на пиктограмму справа от поля **Плоскость**, чтобы создать новую **Плоскость**.


Результат #1 будет вычисляться как средняя температура на сечении выходной трубы новой **Плоскостью**, смещенной относительно граничного условия **Выход**.

5. Во вкладке Параметры откроется форма для создания новой Смещенной плоскости.

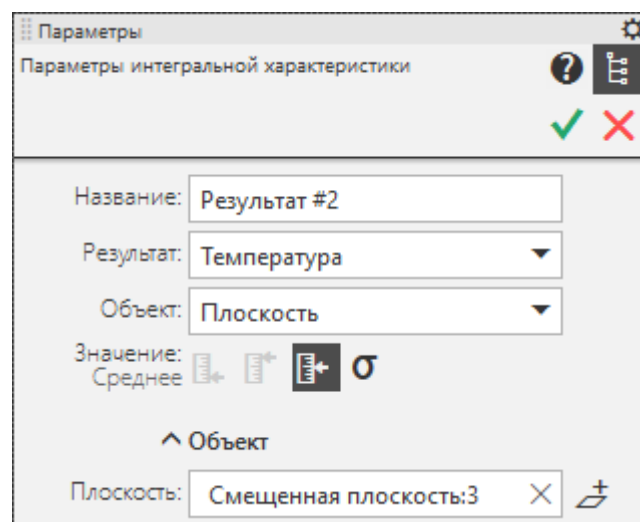
Нажмите пиктограмму , затем раскройте объект **Начало координат** (нажмите на пиктограмму **Начало координат**) и выберите плоскость **ZX**.

Создайте **Смещенную плоскость**, параллельную плоскости **ZX** и находящуюся от нее на расстоянии 36 мм:



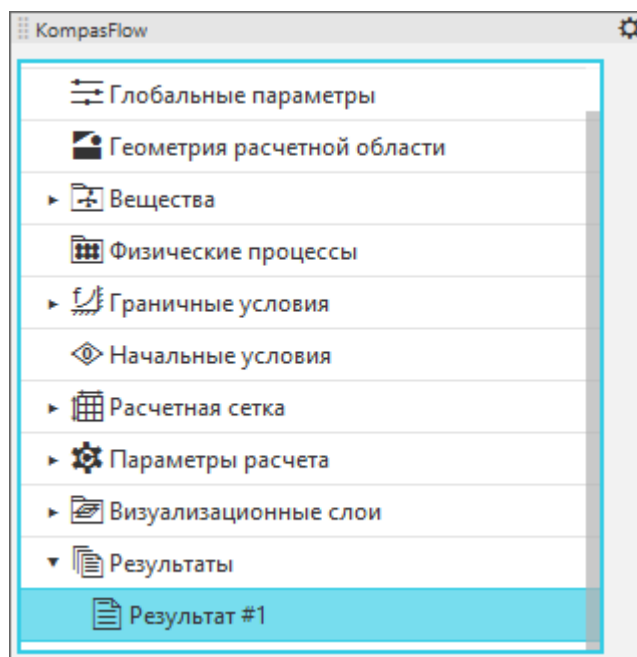
Затем нажмите на пиктограмму .

6. Произойдет возврат в предыдущую форму для задания параметров, причем поле **Плоскость** будет содержать значение **Смещенная плоскость:3**:



7. Нажмите на появившуюся пиктограмму .

Программа создаст **Результат #1** и откроет вкладку KompasFlow:



В данной пошаговой процедуре описано создание **Результата** на сечении расчетной области специально создаваемой для этого **Смещенной плоскостью**.

Если в геометрической модели уже имеются поверхности, подходящие для вычисления **Результата**, то можно задать **Объект=Поверхность** и затем выбрать нужную поверхность в графической области окна КОМПАС-3D.

После запуска проекта на расчет в **Окне мониторинга** можно наблюдать график изменения средней температуры воды на выходе из смесителя.

4.10.3 Запуск проекта на расчет

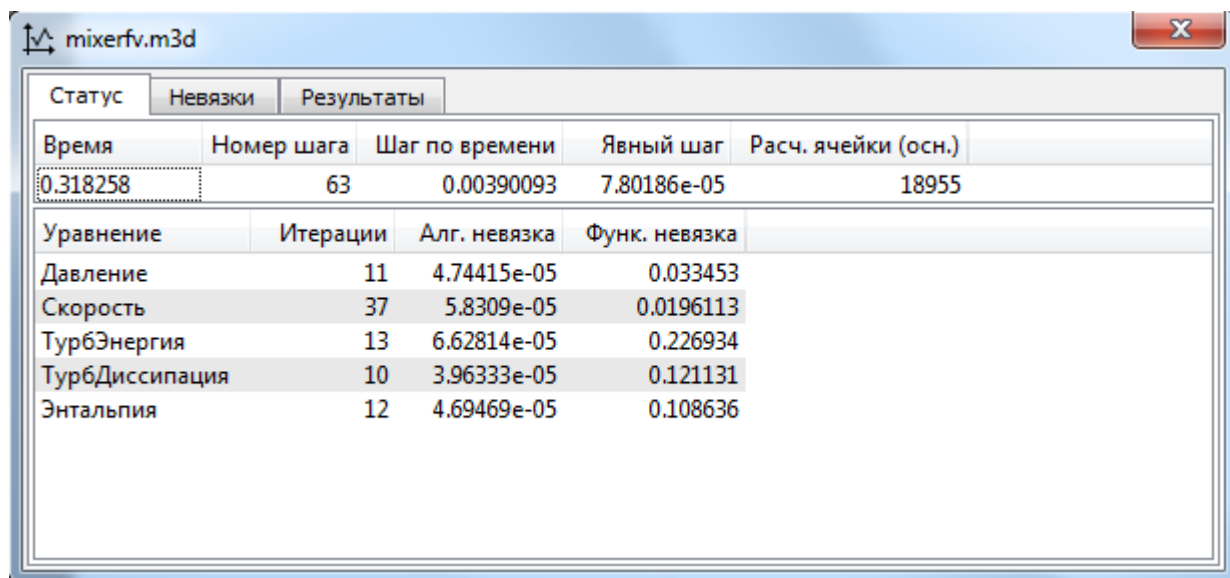
Запустите проект на расчет:

В **инструментальной панели KompasFlow** нажмите на кнопку **Запуск расчета** .




При самом первом запуске расчета может произойти задержка длительностью более минуты.



Запустится расчет, при этом откроется **Окно мониторинга**:




Время	Номер шага	Шаг по времени	Явный шаг	Расч. ячейки (осн.)
0.318258	63	0.00390093	7.80186e-05	18955

Уравнение	Итерации	Алг. невязка	Функ. невязка
Давление	11	4.74415e-05	0.033453
Скорость	37	5.8309e-05	0.0196113
ТурбЭнергия	13	6.62814e-05	0.226934
ТурбДиссипация	10	3.96333e-05	0.121131
Энтальпия	12	4.69469e-05	0.108636

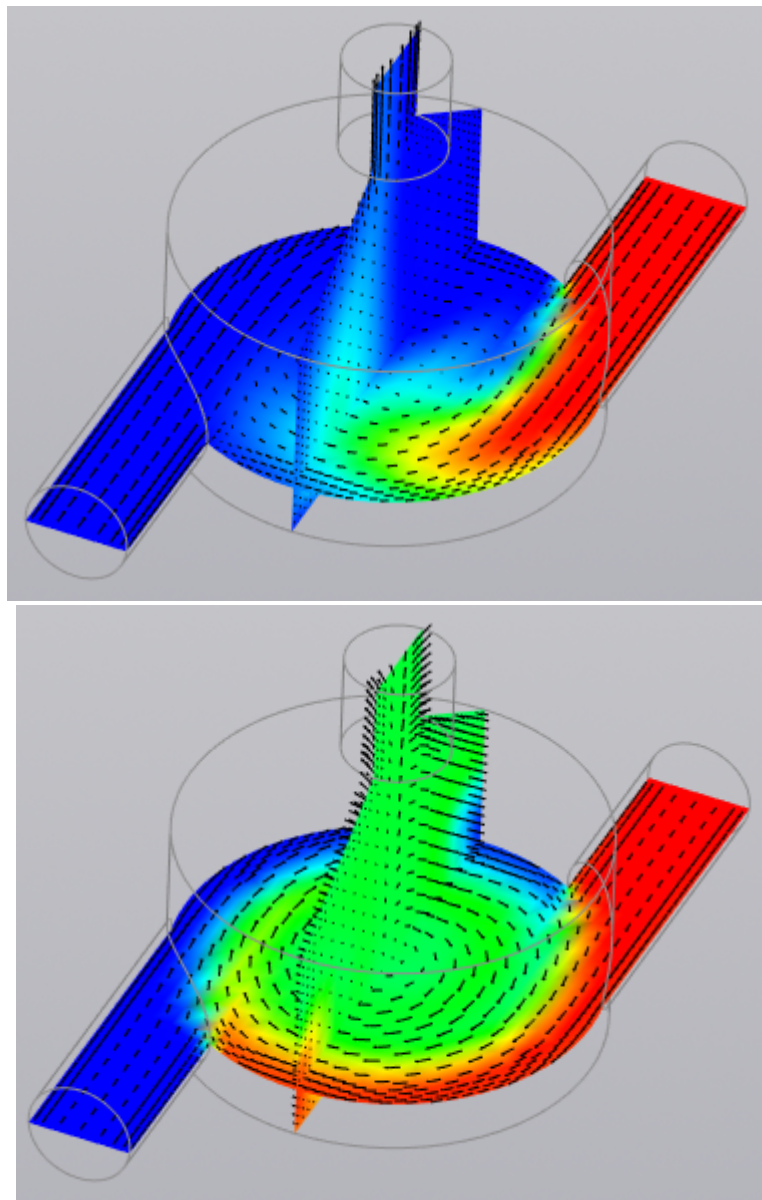
Окно мониторинга можно передвинуть в удобное место либо закрыть, нажав на крестик в его правом верхнем углу. Чтобы повторно открыть **Окно мониторинга**, нажмите на кнопку **Открыть окно мониторинга**  в [инструментальной панели](#) KomrasFlow.

При желании расчет можно остановить, нажав в [инструментальной панели](#) KomrasFlow на кнопку **Остановить**  и возобновить, нажав на кнопку **Продолжить** .

4.10.4 Визуальное наблюдение слоев в ходе расчета

Убедитесь, что в графической области нажата кнопка **Каркас**  (в противном случае нажмите её, чтобы сделать прозрачными наружные поверхности объекта, загораживающие внутреннее пространство).

Это позволяет наблюдать течение в заданных ранее **Слоях**, построенных на взаимно перпендикулярных **Плоскостях** (**Смещенная плоскость:1** и **Смещенная плоскость:2**):



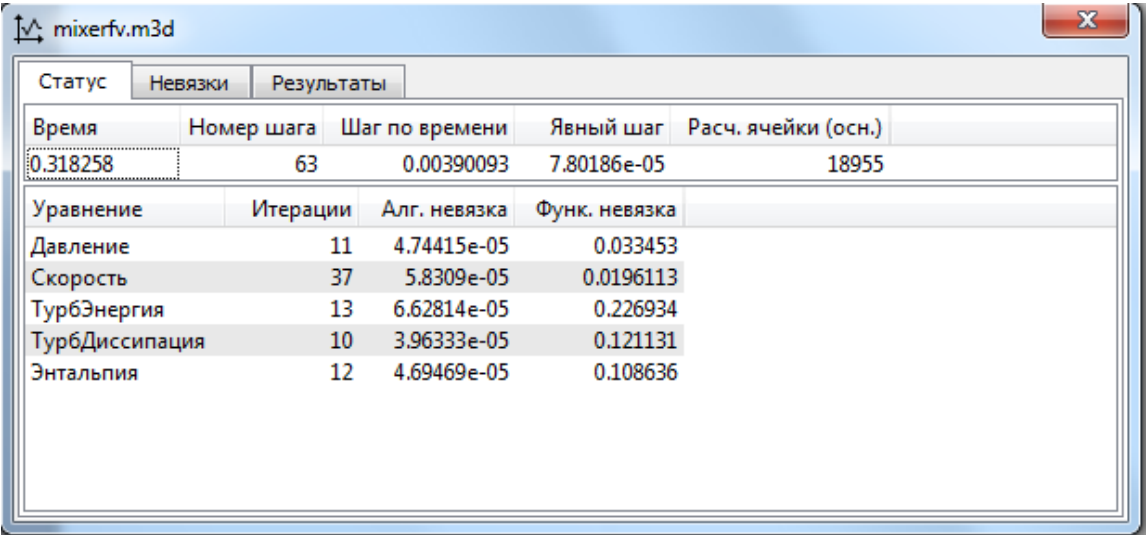
Отображение слоев с полем температуры и векторами скорости:
а) в момент времени вскоре после начала расчета, б) окончательный результат

Далее средствами КОМПАС-3D настройте удобный ракурс для наблюдения течения.

4.10.5 Просмотр данных в окне "Мониторинг"

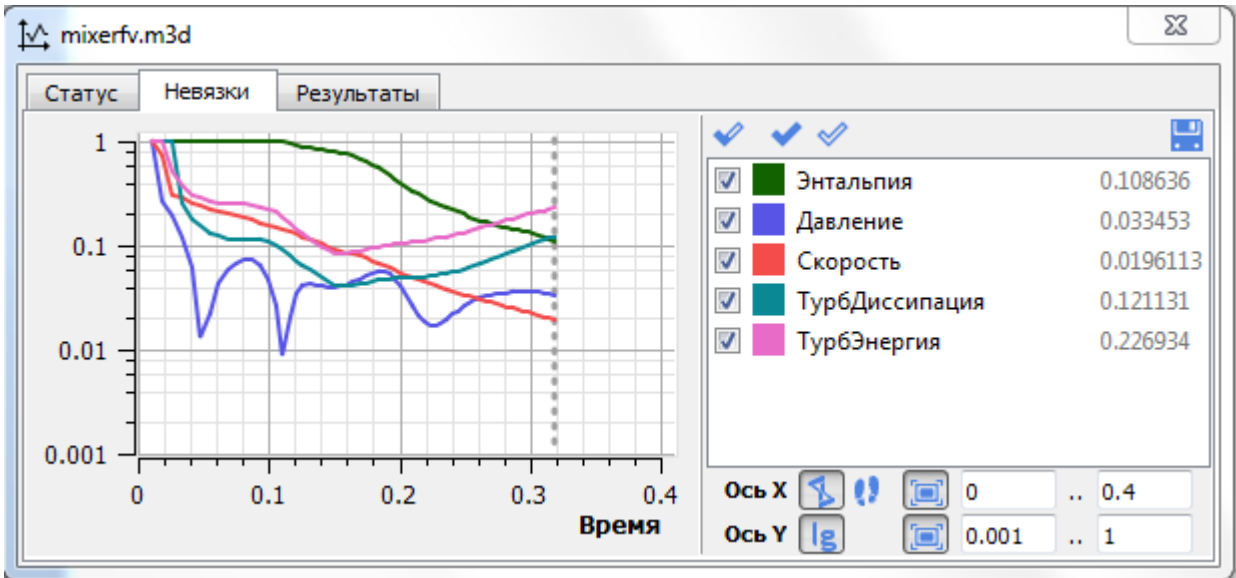
Окно мониторинга имеет три вкладки, в которых в ходе расчета можно наблюдать:

Во вкладке **Статус** отображаются параметры расчета в табличной форме:

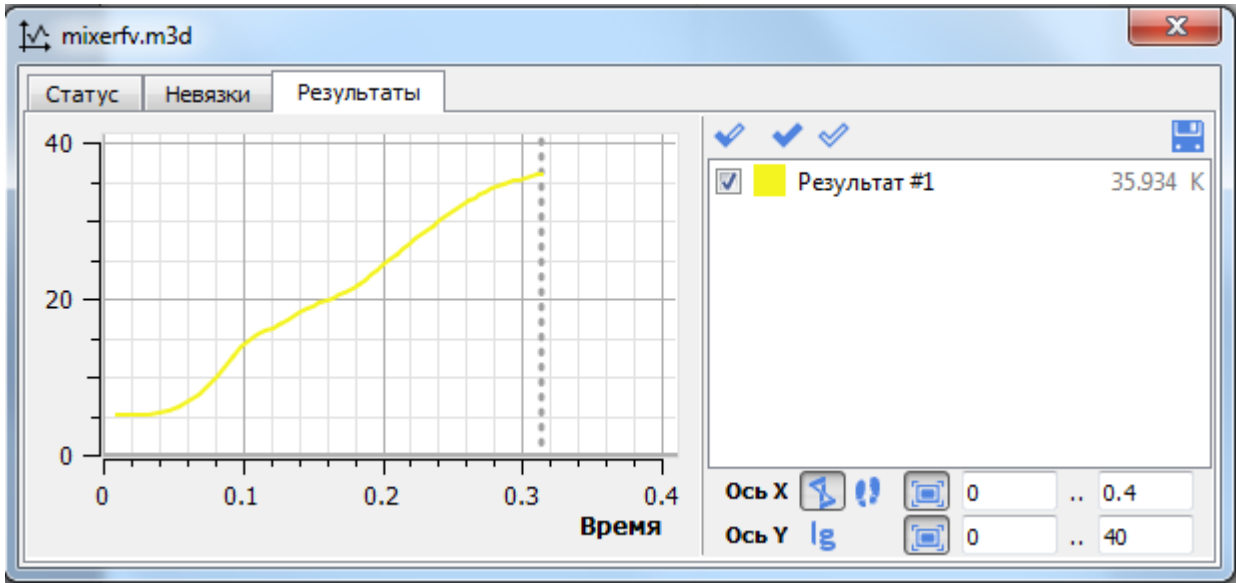


Окно мониторинга, вкладка Статус

Во вкладках **Невязки** и **Результаты** отображаются графики изменения контрольных параметров и графики созданных ранее **Результатов**:



Окно мониторинга, вкладка Невязки



Окно мониторинга, вкладка Результаты

5 Справочник по интерфейсу

В разделах ниже даны подробные описания пользовательского интерфейса KompasFlow:

[Инструментальная панель KompasFlow](#)

[Мастер создания проектов](#)

[Шаблоны проектов](#)

[Интерфейс элементов дерева проекта](#)

[Регион](#)

[Глобальные параметры](#)

[Геометрия расчетной области](#)

[Вещество](#)

[Физические процессы](#)

[Граничные условия](#)

[Начальные условия](#)

[Расчетная сетка и адаптация](#)

[Параметры расчета и ограничители](#)

[Визуализационные слои](#)

[Результаты \(папка\)](#)

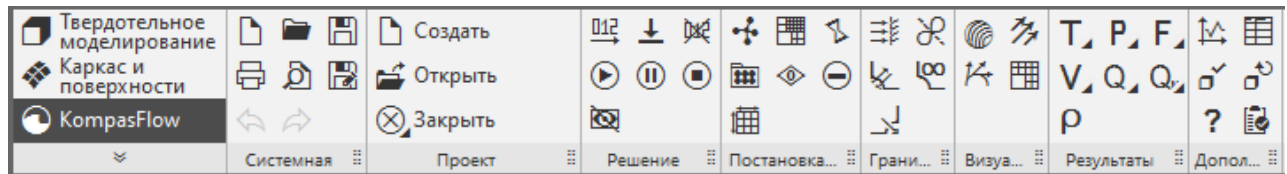
[Окно мониторинга](#)

[Изменение проекта на связи с солвером](#)

[Оптимизация](#)

[Создание отчетов](#)

5.1 Инструментальная панель KompasFlow



Инструментальная панель KompasFlow содержит различные команды, объединённые в группы.





Проект

С помощью команд данной группы можно создавать новые или загружать сохраненные файлы проектов.










Создать

Создать новый проект KompasFlow

	Открыть	Открыть существующий (ранее сохраненный) проект
	Заккрыть	<ul style="list-style-type: none"> Заккрыть текущий проект (нажать) Вызвать варианты (зажать): <div>  Заккрыть – заккрыть текущий проект </div> <div>  Удалить – удалить данные проекта KompasFlow из открытого в данный момент проекта КОМПАС-3D </div>








Решение

С помощью команд данной группы можно управлять процессом расчёта.

	Запуск расчета	Запустить расчет проекта KompasFlow с нуля. При запуске расчёта с нуля удаляются все рассчитанные ранее данные, поэтому выполнение этой команды требует подтверждения в диалоговом окне с сообщением "Данные предыдущего расчета будут потеряны! Продолжить?"
	Открыть решение	Загрузить данные, полученные в результате расчёта.
	Удалить решение	Удалить данные, полученные в результате расчёта.
	Продолжить	Продолжить расчет, остановленный ранее.
	Остановить	Приостановить расчет, чтобы продолжить его позже. Данные расчета при этом будут сохранены.
	Завершить	Завершить расчет и сохранить полученные данные.
	Отключить обновл. слоев	Отключить обновление визуализационных слоев , что позволяет экономить вычислительные ресурсы, не расходуя их на формирование Слоев. Для включения обновления Слоев нажмите эту кнопку еще раз.

Постановка задачи

С помощью команд данной группы можно создавать либо открывать настройки одноименных элементов в [дереве проекта](#).






	Вещество	Создать новое Вещество (перейти в окно создания нового Вещества)
	Адаптация сетки	Создать Адаптацию расчетной сетки
	Шаг по времени	Перейти к элементу в дереве проекта и открыть окно свойств Шага по времени
	Процессы	Перейти к элементу в дереве проекта и открыть окно свойств Процессов
	Начальные условия	Перейти к элементу в дереве проекта и открыть окно свойств Начальных условий
	Ограничители	Перейти к элементу в дереве проекта и открыть окно свойств Ограничителей
	Расчетная сетка	Перейти к элементу в дереве проекта и открыть окно свойств Расчетной сетки

Граничные условия

С помощью команд данной группы можно создавать [Граничные условия](#).





Если до создания Граничного условия в графической области окна КОМПАС-3D выбрана одна или

несколько граней геометрической модели (группа фасеток), новое **Граничное условие** будет создано на соответствующем **Наборе граней**.

	Стенка	Создать граничное условие Стенка
	Симметрия	Создать граничное условие Симметрия
	Вход/Выход	Создать граничное условие Вход/Выход
	Неотражающее	Создать граничное условие Неотражающее
	Свободный выход	Создать граничное условие Свободный выход






Визуализация

С помощью команд данной группы можно создавать **Визуализационные слои**.

	Заливка	Создать визуализационный слой типа Заливка
	Векторы	Создать визуализационный слой типа Векторы
	Линии тока	Создать визуализационный слой типа Линии тока
	Сечение расчетной сетки	Создать визуализационный слой типа Сечение расчетной сетки

Результаты

С помощью команд данной группы можно создавать **Результаты** расчета.

	Температура	<ul style="list-style-type: none"> Создать Результат типа Температура (нажать) Создать Результат на выбор (зажать): <div> T Температура </div> <div> T^* Полная температура </div>
	Давление	<ul style="list-style-type: none"> Создать Результат типа Давление [Pa] (нажать) Создать Результат на выбор (зажать): <div> P Давление [Pa] </div> <div> P^* Полное давление [Pa] </div>
	Сила	<ul style="list-style-type: none"> Создать Результат типа Сила (нажать) Создать Результат на выбор (зажать): <div> F Сила </div> <div> M_n Момент силы </div>
	Скорость	<ul style="list-style-type: none"> Создать Результат типа Скорость (нажать) Создать Результат на выбор (зажать): <div> V Скорость </div> <div> M Число Маха </div>
	Тепловой поток	<ul style="list-style-type: none"> Создать Результат типа Тепловой поток (нажать) Создать Результат на выбор (зажать): <div> Q Тепловой поток </div>

Лучистый поток

	Массовый расход	<ul style="list-style-type: none"> Создать Результат типа Массовый расход (нажать) Создать Результат на выбор (зажать):
	Массовый расход	
	Объемный расход	

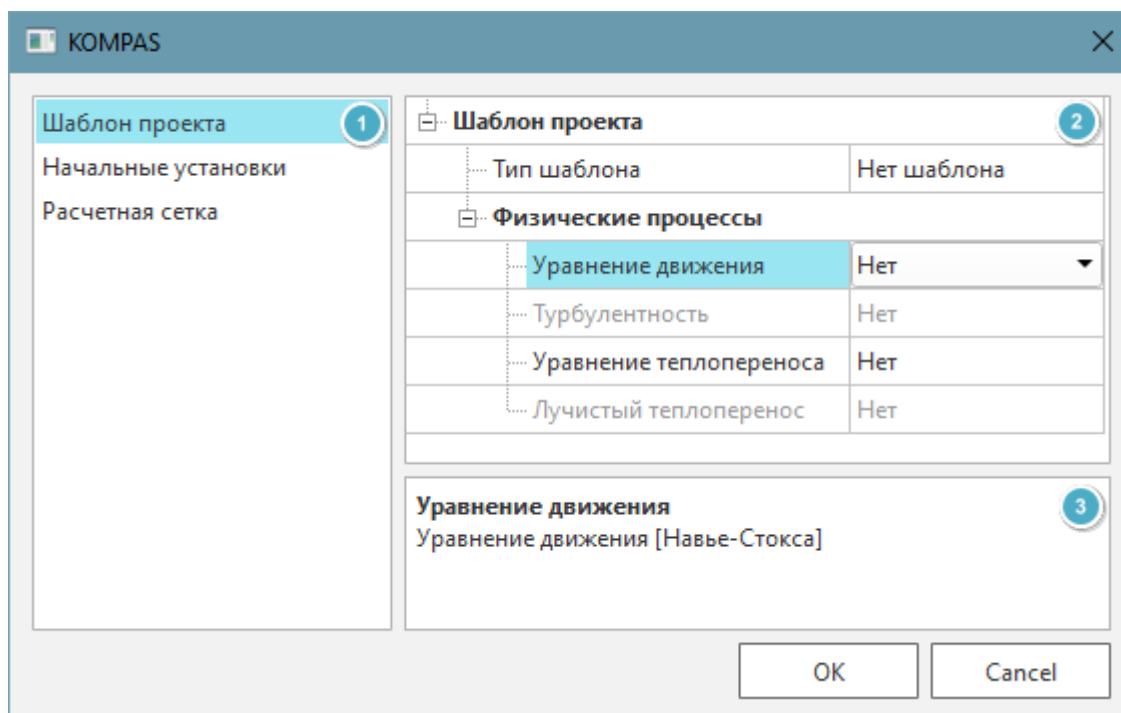
	Плотность	Создать Результат типа Плотность
--	-----------	---

Дополнительные команды

С помощью команд данной группы можно открывать окна мониторинга и оптимизации, проверять геометрию, обращаться к справочной информации и создавать отчеты.

	Открыть окно мониторинга	Открыть Окно мониторинга
	Параметры оптимизации	Открыть Таблицу параметров оптимизации
	Проверка геометрии	Проверить геометрию проекта. Активация этой команды в процессе расчёта вызовет остановку расчёта с потерей несохраненных данных
	Обновить геометрию модели	Обновить геометрию модели. Данная команда необходима в случае, если при работе с другим модулем Kompas была изменена геометрия какой-либо компоненты. В противном случае появится сообщение: <i>Геометрия модели могла измениться, необходимо обновить вручную.</i>
	Справка KompasFlow	Открыть справочную документацию KompasFlow.
	Создать отчет	Сформировать автоматический отчет по проекту .

5.2 Мастер создания проектов



При создании нового проекта появляется окно мастера создания проектов (визарда).

Окно визарда состоит из 3 областей:

1. Область вкладок. В этой области которой можно переключаться между вкладками. Содержимое вкладок будет отображаться в области свойств.

Доступны следующие вкладки:

Шаблон проекта — вкладка, в которой можно выбрать [шаблон проекта](#) в зависимости от задачи.

Начальные установки — вкладка, соответствующая свойствам элемента [Начальные условия](#) в дереве проекта.

Расчетная сетка — вкладка, соответствующая свойствам элемента [Расчетная сетка](#) в дереве проекта.

2. Область свойств. Данная область соответствует [панели свойств](#), в которой можно задать параметры элементов.

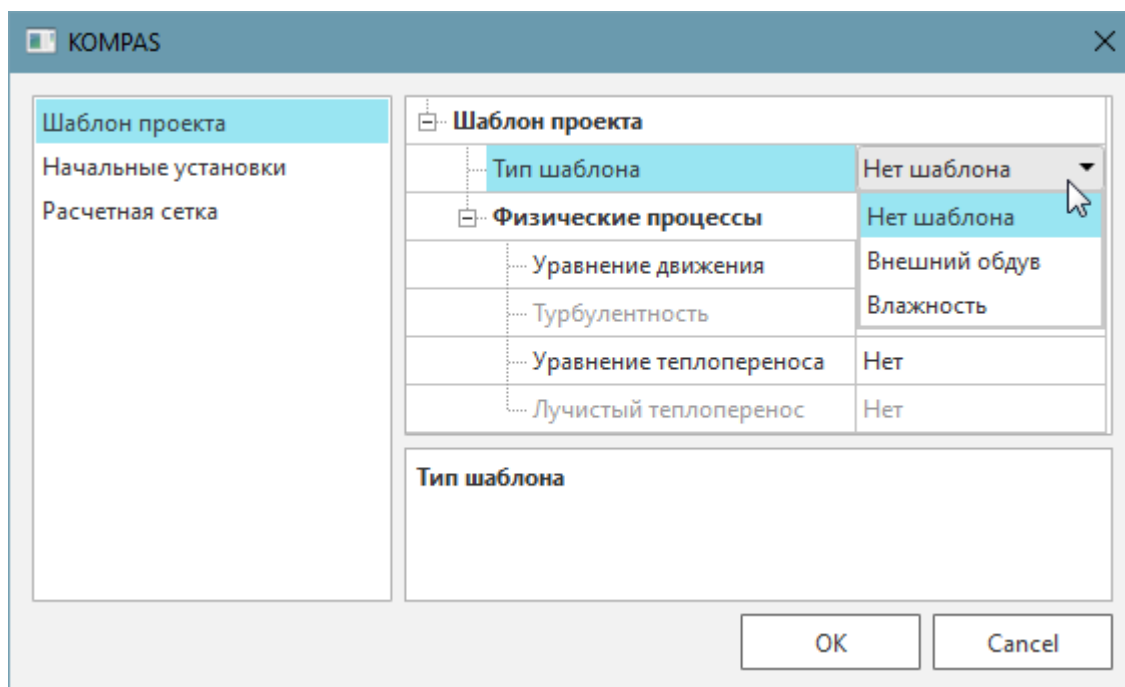
Все настройки, кроме шаблона, в дальнейшем можно менять в проекте.

3. Информационная строка. Здесь появляется описание элемента, выбранного в области свойств.



Если вы планируете создавать проект без расчета внешнего обдува или влажности, а также настроить параметры проекта позже, то нажмите ОК, чтобы сразу перейти к стандартной работе над проектом. Для задач с расчетом внешнего обдува или влажности обязательно требуется выбрать соответствующий шаблон в этом окне.

5.3 Шаблоны проектов



! Шаблон можно выбирать в [мастере создания проектов](#) только при создании нового проекта! В уже созданных проектах смена шаблона невозможна.

Нет шаблона

Проект KompasFlow со стандартным набором настроек.

При создании можно указать физические процессы, которые будут использоваться в проекте.

Активация базовых физических процессов делает доступным активацию зависимых физических процессов (например, чтобы активировать **Турбулентность**, нужно сначала активировать **Уравнение движения**). Можно задать настройки расчетной сетки.

Внешний обдув

Шаблон для моделирования внешнего обдува объекта.

В шаблоне в **Начальных установках** задаются параметры потока воздуха: скорость, давление и температура. Также можно задать настройки расчетной сетки.

В проекте вокруг объекта строится параллелепипед, который выступает источником внешнего обдува.

Его размеры задаются в настройках расчетной области, в группе параметров **Границы региона**.

Также в проект автоматически добавляется **Внешнее ГУ** для поверхностей данного параллелепипеда, которое можно задать как **Вход/выход** или **Неотражающее**.

Влажность

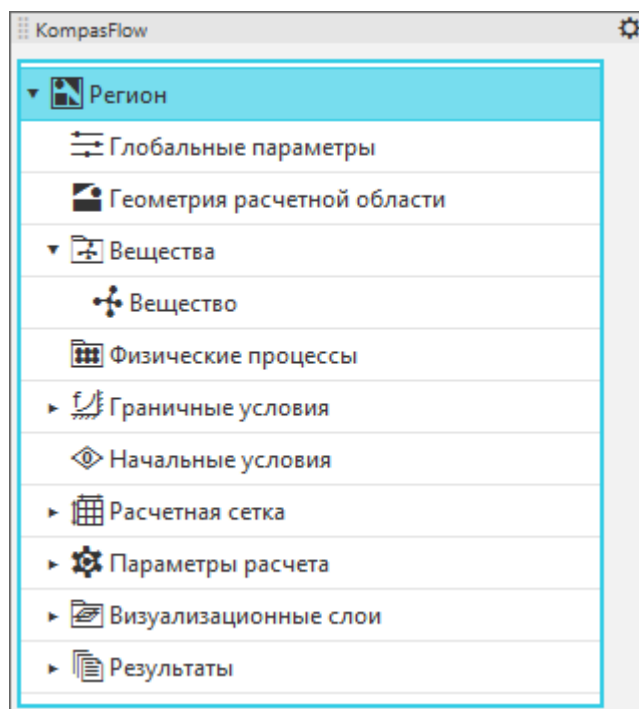
Шаблон для расчета влажности или влагосодержания в воздухе.

В этом шаблоне используются строго заданные вещества и физические процессы, которые нельзя редактировать: в качестве веществ используются **Воздух** и **Водяной Пар**, активны все стандартные физические процессы, к которым добавляется **Массоперенос**. В шаблоне можно задать начальные условия для скорости, давления и температуры, а также влажности. Можно задать настройки расчетной сетки.

В проекте становятся доступны 2 новых типа граничных условий: **Источник влажности** и **Вытяжка**, а для **слоев** и результатов — 4 дополнительные переменные: **Влагосодержание**, **Абсолютная влажность**, **Относительная влажность** и **Парциальное давление**.

5.4 Интерфейс элементов дерева проекта

Элементы дерева проекта KompasFlow являются узлами иерархической структуры, отображаемой во вкладке KompasFlow области панелей управления КОМПАС-3D:



Узлы, содержащие другие узлы, называются папками или родительскими узлами. Узлы, содержащиеся в других узлах, называются дочерними.

Каждый узел может иметь контекстное меню, открывающееся по нажатию правой кнопки мыши.

При выделении узла в дереве проекта в панели свойств отображаются параметры этого узла (свойства). Свойства узлов также организованы в виде дерева. Изменение свойств узла производится вводом данных в поле или выбором значения из выпадающего списка.



Некоторые свойства узла можно задать только при его создании, во вкладке **Параметры** области панелей управления КОМПАС-3D.

В последующих разделах будет рассмотрен пользовательский интерфейс элементов дерева проекта:

[Регион](#)

[Глобальные параметры](#)

[Геометрия расчетной области](#)

[Вещество](#)

[Физические процессы](#)

[Граничные условия](#)

[Начальные условия](#)

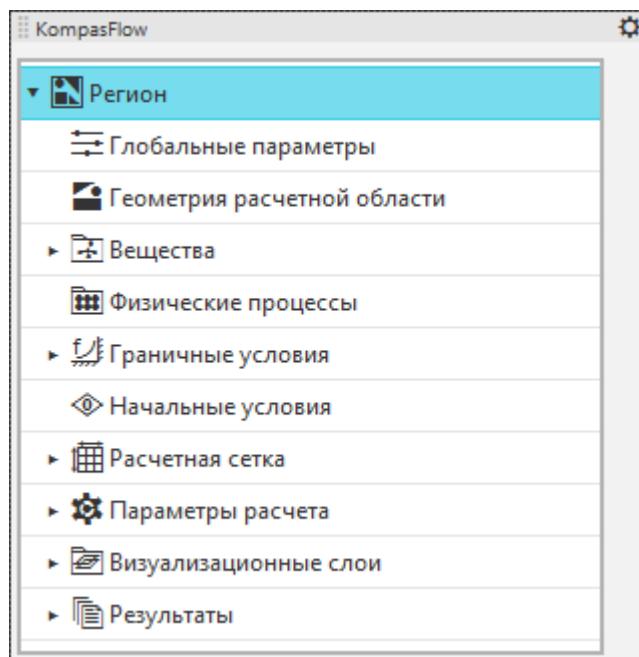
[Расчетная сетка и адаптация](#)

[Параметры расчета и ограничители](#)

Визуализационные слои

Результаты (папка)

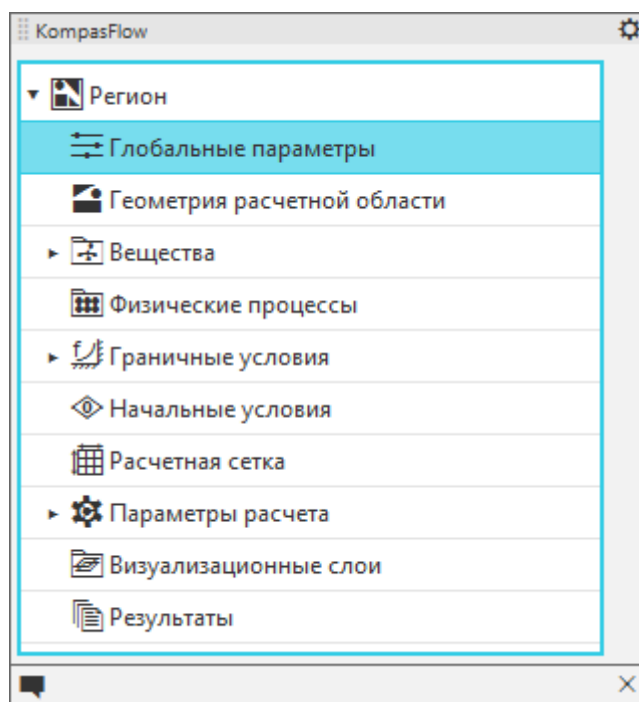
5.4.1 Регион





Элемент **Регион** является глобальным родительским узлом дерева проекта KompasFlow.

Он не имеет контекстного меню и параметров.

5.4.2 Глобальные параметры



Элемент Глобальные параметры содержит глобальные настройки проекта KompasFlow. Он не имеет контекстного меню.

Опорное давление	Опорное значение давления P_{ref} , [Па] и опорное значение температуры T_{ref} , [K].
Опорная температура	<p>Во многих случаях изменения давления и температуры в поле течения, обусловленные гидродинамическими причинами, значительно меньше, чем абсолютные величины давления и температуры. Поэтому для повышения точности расчета целесообразно представить абсолютные значения давления и температуры в виде сумм опорной и относительной величин:</p> $P_{abs} = P_{ref} + P$ $T_{abs} = T_{ref} + T$ <p>Рекомендуется задавать опорные значения давления и температуры вблизи диапазона, в котором изменяются эти физические величины.</p> <p>При моделировании процессов, протекающих при умеренных давлениях и температурах можно рекомендовать задавать следующие опорные значения:</p> $P_{ref} = 101000 \text{ [Па]}$ $T_{ref} = 273 \text{ [K]}$ <p>Выбор этих значений удобен тем, что относительные значения давления соответствует разнице с атмосферным давлением, а относительная температура почти соответствует температуре в градусах Цельсия.</p> <p>А при моделировании промышленных энергетических установок можно задавать опорные значения, соответствующие нормативным давлению и абсолютной температуре, используемым при работе установки. В этом случае относительные значения будут показывать отклонения от нормативных давления и температуры.</p>
Вектор гравитации	Компоненты вектора гравитации вдоль координатных осей
X	Вектор гравитации вдоль оси X.
Y	Вектор гравитации вдоль оси Y
Z	Вектор гравитации вдоль оси Z
Учет гидростатики	<p>Выполнение расчета с учетом гидростатики. Учет гидростатики повышает точность расчета в условиях естественной конвекции или в случае моделирования жидкостей с существенной высотой гидростатического столба. См. подробности в разделе Глобальные параметры.</p> <p>Да — расчёт выполняется с учётом гидростатики. Становятся доступными параметры гидростатической плотности (Параметры g-Плотности).</p> <p>Нет — гидростатика не учитывается в расчёте.</p>
	 Некоторые свойства узла можно задать только при его создании, во вкладке Параметры области панелей управления КОМПАС-3D
	 При визуализации переменной Давление показываются значения статического давления без учета гидростатической составляющей
Толерантность геом. выч.	<p>Толерантность геометрических вычислений, т.е. точность, с которой определяются геометрические параметры (координаты точек геометрических объектов в проекте), [м].</p> <p>Значение по умолчанию: 10-8</p>
Внешняя задача	<p>Моделирование внешнего обтекания.</p> <p>Да — расчёт выполняется с учётом внешнего обтекания. Становится доступна опция ГУ внешней области.</p> <p>Нет — внешнее обтекание не учитывается в расчёте.</p>
ГУ внешней области	Граничные условия на границе внешнего региона.

Этот параметр доступен только при моделировании внешнего обтекания (Внешняя задача = Да).

Неотражающие — граничные условия типа Неотражающие.

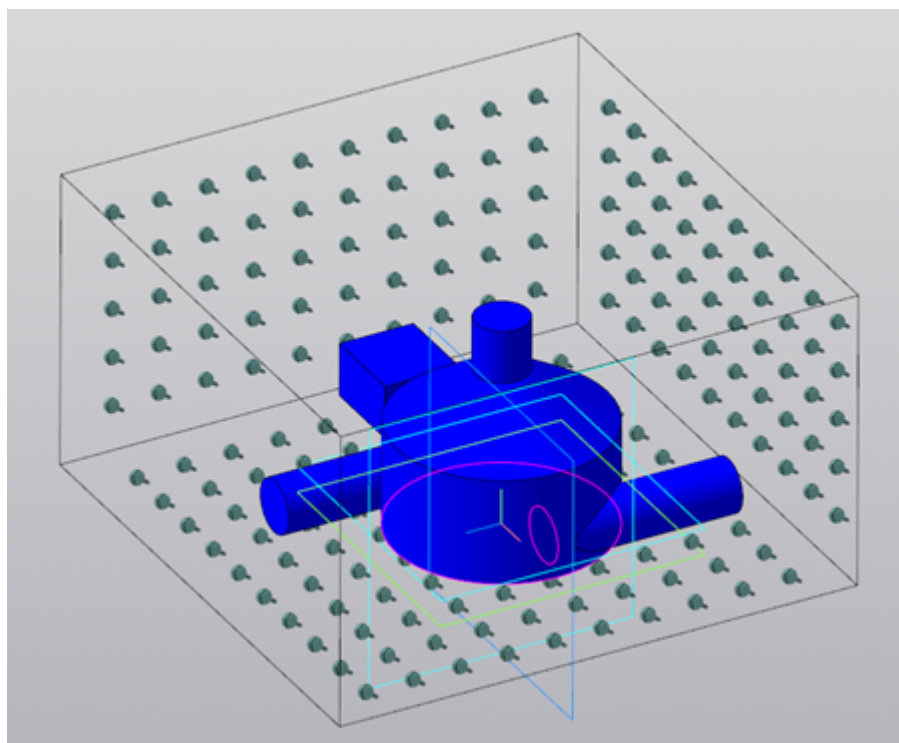
Вход/Выход — граничные условия типа Вход/Выход.

5.4.2.1 Моделирование внешнего обтекания

При моделировании внешнего обтекания (в свойствах **Глобальных параметров** задано **Внешняя задача = Да**) задается внешний регион.

Внешний регион представляет собой описывающий параллелепипед с размерами, задаваемыми пользователем. В графическом окне программы будут отображаться границы внешнего региона и векторы скорости на границах региона, заданные в **Начальных условиях**.

Границы внешнего региона по осям X, Y, Z определяются значениями безразмерных величин **Границы региона > ...** в свойствах папки **Геометрия расчетной области**.

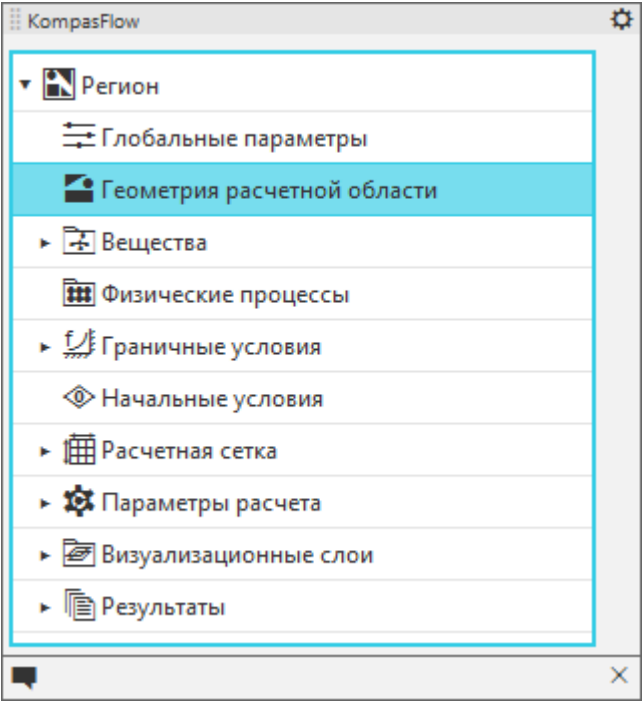


Моделирование внешнего обтекания доступно при работе со сборками, при этом сохраняется весь функционал программы, как и в работе с деталью.



При моделировании внешнего обтекания отключить уравнение движения невозможно (в свойствах **Физических процессов** всегда задано **Уравнение движения = Да**).

5.4.3 Геометрия расчетной области



Папка **Геометрия расчетной области** содержит подпапку **Тела**, которая может содержать геометрические объекты, созданные средствами КОМПАС-3D и используемые приложением KompasFlow.

Контекстное меню папки "Геометрия расчетной области"

Выбор тел	Выбор тел для геометрической модели. Эта команда позволяет выбрать геометрическое тело для Региона (расчетной области) и встраиваемые геометрические тела. По умолчанию в качестве Региона выбирается самое крупное из всех Тел .
-----------	---

! Имена различных **Тел** не должны совпадать. При формировании **Тел** из типовых деталей следует переименовывать **Тела**, чтобы соблюдать это правило.

Контекстные меню и параметры у папки **Геометрия расчетной области > Тела** отсутствуют.

Контекстные меню у элементов **Геометрия расчетной области > Тела > Тело** отсутствуют.

Параметры папки "Геометрия расчетной области"

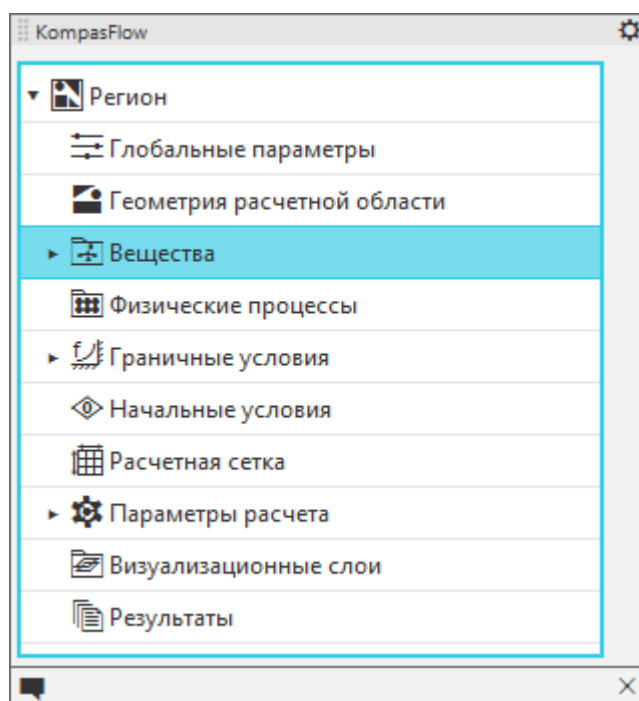
Регион (тело)	Регион (тело), которое выбрано в качестве расчетной области
Конвертировать размеры	Необходимость конвертировать размеры в метры. Возможные значения: Да Нет
Параметры триангуляции	Группа параметров, задающих триангуляцию расчетной области
Угол	Ограничение углового отклонения поверхности, задается в градусах
Стрелка прогиба	Ограничение линейного отклонения поверхности от триангуляционной пластины, [мм]

Длина ребра	Ограничение размера ребра для триангуляционной пластины, [мм]
Границы региона	Границы внешнего региона, задаваемые при моделировании внешнего обтекания .
X+	Безразмерные величины, задающие размеры внешнего региона относительно размеров трехмерной геометрической модели объекта, внешнее обтекание которого моделируется.
X-	
Y+	
Y-	
Z+	
Z-	

Параметры элементов "Геометрия расчетной области > Тела > Тело"

Граничное условие	Граничное условие , устанавливаемое на всей поверхности выбранного Тела. Выбирается из выпадающего списка, содержащего все Граничные условия, заданные в проекте.
-------------------	---

5.4.4 Вещество




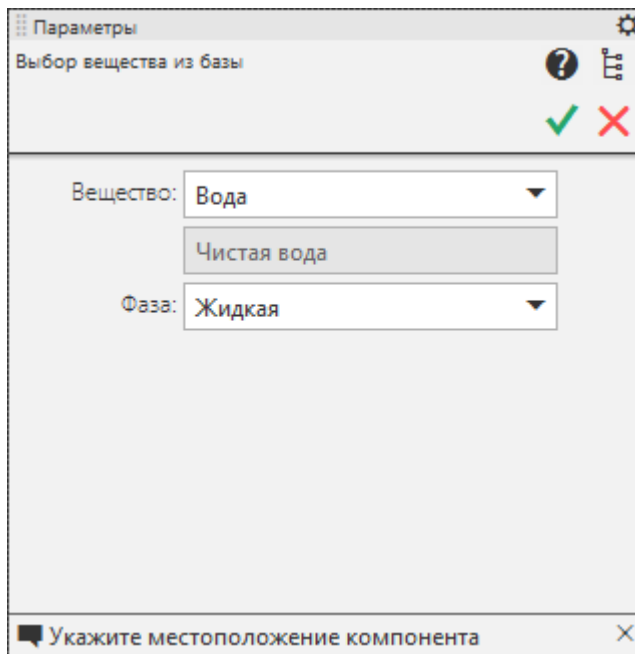
Элемент Вещество задает физические свойства моделируемой среды. Вы можете задать свойства Вещества следующими способами:

- загрузить **Вещество** из встроенной базы веществ (при помощи команды **Загрузить из базы**, см. ниже)
- задать физические свойства **Вещества** вручную (сразу после создания проекта либо, если в данный момент **Вещество** загружено из базы, при помощи команды **Задать вручную**, см. ниже)

- сначала задать вручную отдельные физические свойства **Вещества**, а затем загрузить какого-либо **Вещество** из базы и для некоторых параметров выбрать в панели свойств в выпадающем списке "Пользовательское: (значение)".

Контекстное меню

Загрузить из базы Загрузить Вещество из базы данных, в которой хранятся параметры многих веществ. После применения этой команды откроется вкладка Параметры, в которой нужно будет выбрать Вещество и его агрегатное состояние (в поле Фаза), а затем нажать пиктограмму :



См. также: [пошаговый пример](#).



Некоторые Вещества, загружаемые из базы веществ, могут иметь несколько вариантов одного агрегатного состояния. Например, газообразный Воздух можно задавать в каком-либо из двух вариантов: диссоциирующий и недиссоциирующий.

Задать вручную

Эта команда позволяет задать физические свойства Вещества вручную:


- сразу же после создания проекта
- либо, если какое-либо Вещество уже было загружено из базы веществ.

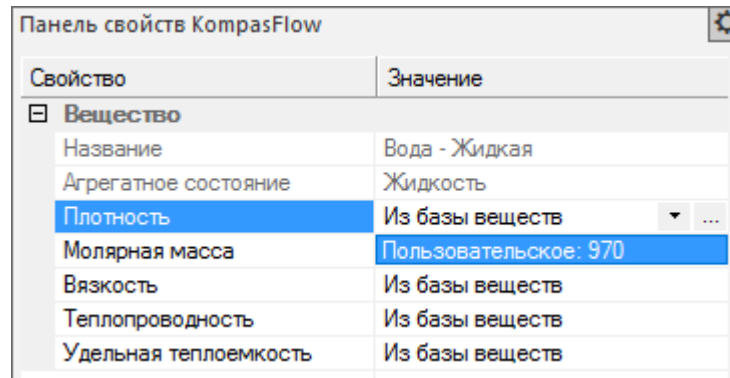


Применение команды Задать вручную не вносит изменений в базу веществ.




При последующих загрузках Вещества из базы появляется возможность использовать ранее введенные пользовательские значения физических параметров вместо значений из базы.

Вещество также можно создать при нажатии на пиктограмму  в группе команд **Постановка задачи** инструментальной панели KompasFlow.



Параметры

Название	Этот параметр доступен только для Веществ загруженных из базы. Название Вещества формируется автоматически и содержит название агрегатного состояния (фазы).
Агрегатное состояние	Агрегатное состояние вещества. Возможные значения: Газ Жидкость Твердое тело .
Закон идеального газа	Плотность газа можно задавать либо константой, либо законом идеального газа. Возможные значения: <ul style="list-style-type: none"> Да - применяется закон идеального газа. Нет - плотность газа задается константой Параметр доступен, если Агрегатное состояние = Газ (см. выше).
Опорная температура	Опорная температура, отображается при выборе Закон идеального газа = Да и Уравнение теплопереноса = Нет в свойствах элемента Физические процессы .
	 Опорная температура здесь доступна только для информации, т.к. она задается в панели свойств элемента Глобальные параметры .
Плотность*	Плотность Вещества, [кг/м³]. Параметр Плотность отсутствует, если задано Закон идеального газа = Да (см. выше).
Молярная масса*	Молярная масса Вещества, [кг/моль]
Вязкость*	Вязкость Вещества, [Па·с] = [кг·м⁻¹·с⁻¹]. Параметр Вязкость отсутствует, если Агрегатное состояние = Твердое тело (см. выше).
Теплопроводность*	Теплопроводность Вещества, [Вт/(м·К)] = [кг·м·с⁻³·К⁻¹]
Удельная теплоемкость*	Удельная теплоемкость Вещества, [Дж·кг⁻¹·К⁻¹] = [м²·с⁻²·К⁻¹]

* Если Вещество было загружено из базы веществ, в этом поле можно выбрать:

- **Из базы веществ** — в этом случае будет использоваться значение из базы веществ
- **Пользовательское: (значение)** — будет использоваться значение, заданное ранее вручную

При этом если Вещество было загружено из базы веществ, то в его панели свойств, в выбранном поле с числовыми свойствами появляется экранная кнопка , при нажатии на которую в панели параметров открывается таблица со значениями, полученными из базы веществ.

Параметры

Вязкость

Тип: Таблица F(P,T)

#	P	T	F(P,T)
1	10132.5	100	7.3413...
2	10132.5	110	8.0363...
3	10132.5	120	8.7109...
4	10132.5	130	9.3655...
5	10132.5	140	1e-5
6	10132.5	150	1.06e-5
7	10132.5	160	1.12e-5
8	10132.5	170	1.18e-5

5.4.5 Физические процессы

KompasFlow

Регион

Глобальные параметры

Геометрия расчетной области

Вещества

Физические процессы

Граничные условия

Начальные условия

Расчетная сетка

Параметры расчета

Визуализационные слои


Результаты

Элемент Физические процессы задает набор решаемых уравнений и их настройки.

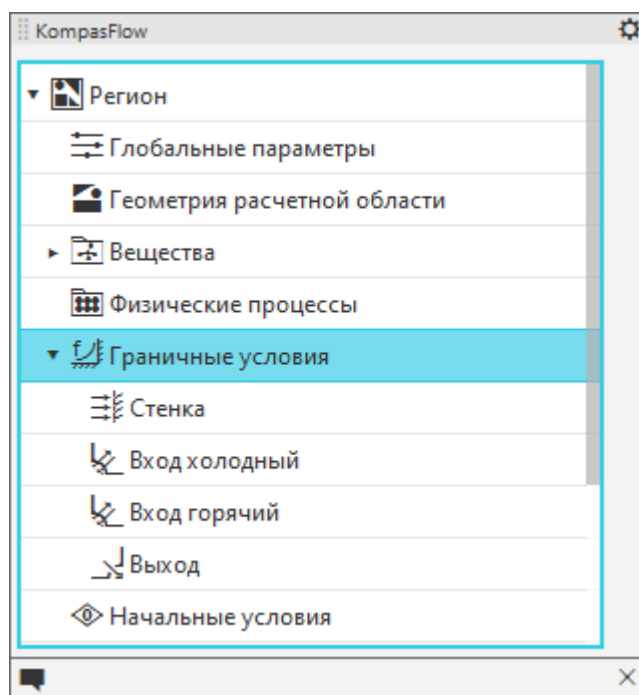
Элемент Физические процессы не имеет контекстного меню.

Параметры

Уравнение движения	Параметр определяет, будет ли решаться уравнение движения (уравнение Навье-Стокса). Возможные значения: Да Нет .
--------------------	---

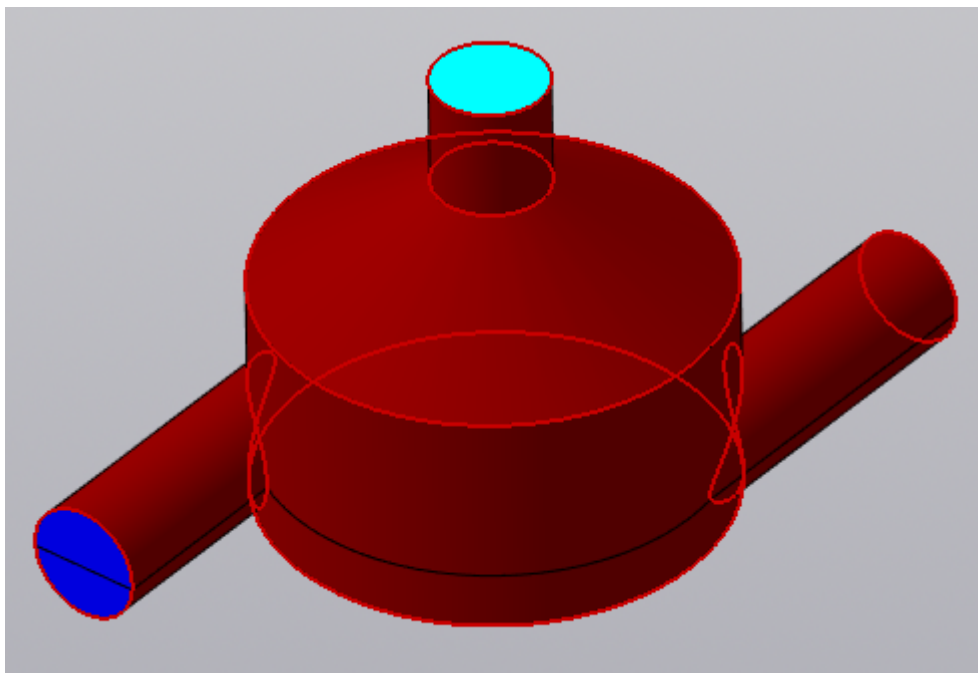
	 При моделировании внешнего обтекания отключить уравнение движения невозможно (Уравнение движения = Да будет задано всегда).
Турбулентность	<p>Используемая модель турбулентности. Возможные значения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Нет - не использовать модель турбулентности • Да - использовать стандартную k-ε модель турбулентности <p>Моделирование турбулентности производится с использованием пристеночных функций.</p> <p>При задании граничных условий Вход/Выход и Начальных условий указывается Уровень турбулентности (возможные значения: Низкий, 3% Средний, 10% Высокий, 20%).</p> <p>Масштаб турбулентности задается программой автоматически как 1% от минимального размера расчетной области (без учета направления, вдоль которого расчетная область содержит только одну ячейку, если таковое направление имеется).</p>
Уравнение теплопереноса	<p>Параметр определяет, будет ли решаться уравнение теплопереноса (за исключением лучистого теплопереноса).</p> <p>Моделирование лучистого теплопереноса настраивается параметром Лучистый теплоперенос (см. ниже).</p> <p>Возможные значения: Да Нет.</p>
Лучистый теплоперенос	<p>Моделирование лучистого теплопереноса. Возможные значения: Да Нет.</p> <p>Используются следующие значения параметров оптически прозрачной среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Показатель преломления = 1 • Коэффициент поглощения = 10 • Коэффициент релаксации = 0.2

5.4.6 Граничные условия



Папка **Граничные условия** содержит элементы **Граничное условие #N**, соответствующие граничным условиям моделируемого течения или теплопереноса.

Граничное условие, выбранное в дереве проекта, выделяется в графической панели бордовым цветом поверхности и/или красным цветом контуров (в зависимости от настроек отображения модели):



Типы граничных условий

	Симметрия	Граничное условие типа Симметрия .
	Стенка	Граничное условие типа Стенка .
	Вход/Выход	Граничное условие типа Вход/Выход .
	Свободный выход	Граничное условие типа Свободный выход .
	Неотражающее	Граничное условие типа Неотражающее .

Контекстное меню папки Граничные условия

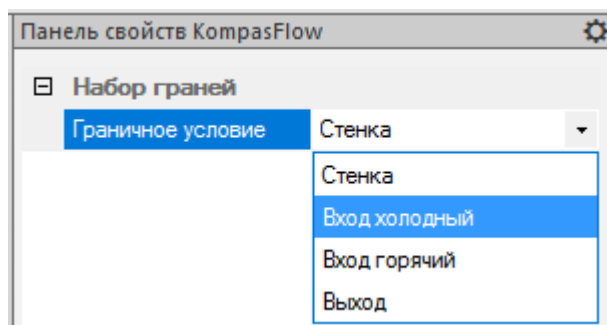
Создать ГУ	Создать новое Граничное условие #N . После выполнения этой команды будет создан новый дочерний элемент Граничное условие #N со свойствами по умолчанию.
------------	---



Граничное условие также можно создать с помощью [инструментальной панели](#) KompasFlow, для этого нажмите на соответствующую пиктограмму в группе команд **Граничные условия**.

Назначение граничных условий граням геометрической модели

При выборе в графической области окна КОМПАС-3D одной или нескольких граней геометрической модели (группы фасеток), в панели свойств KompasFlow содержится параметр **Набор граней** > **Граничное условие**, значение которого задает граничное условие, назначенное этой грани или граням:



Назначение граничных условий границам внешнего региона

При [моделировании внешнего обтекания](#), на границах внешнего региона можно задать граничные условия следующих типов:

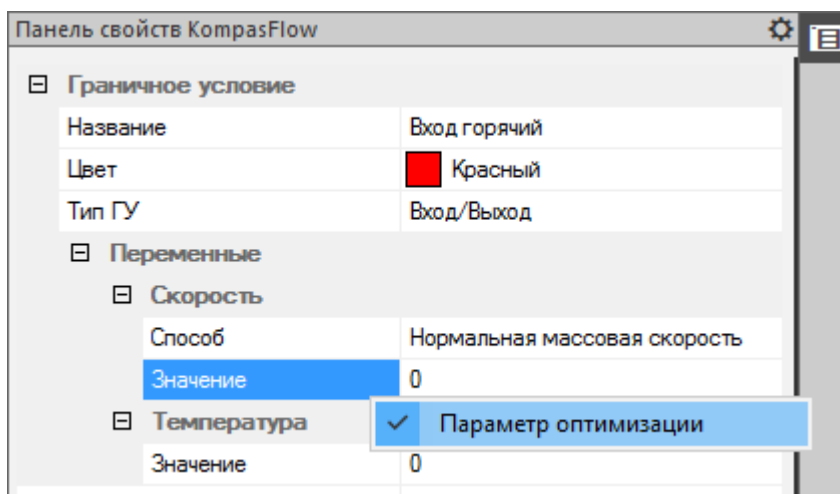
- [Неотражающее](#)
- [Вход/Выход](#)

Это задается параметром ГУ внешней области в свойствах элемента [Глобальные параметры](#).

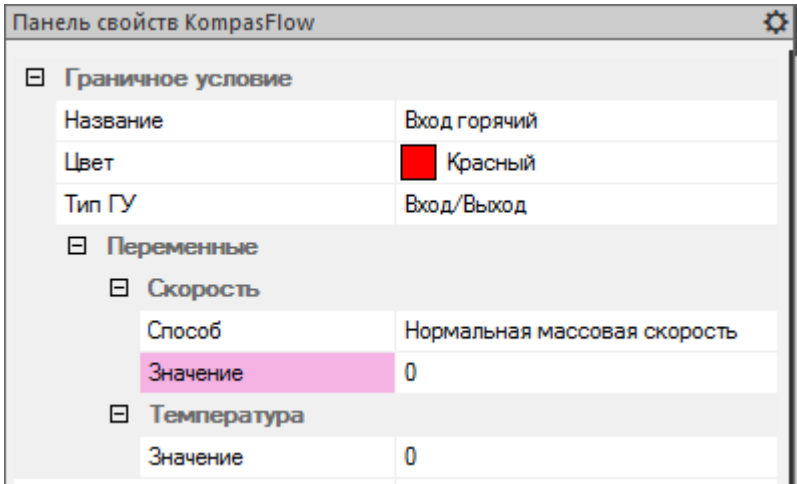
Объявление числового свойства Граничного условия параметром оптимизации

Числовые параметры Граничных условий можно объявить [параметрами оптимизации](#).

Для этого нужно в панели свойств открыть контекстное меню параметра и включить опцию Параметр оптимизации:



Параметры оптимизации выделены в свойствах Граничного условия розовым цветом:



5.4.6.1 Симметрия

Контекстное меню

Удалить ГУ	Удалить указанное Граничное условие #N
Копировать	Копировать указанное Граничное условие #N
Создать Результат	Создать Результат на указанном Граничном условии #N

Параметры

Название	Название Граничного условия, которое отображается в дереве проектов. По умолчанию название присваивается автоматически при создании нового ГУ: Граничное условие с порядковым номером. В дальнейшем название можно изменять. Для удобства рекомендуется задавать название, соответствующее назначению или местоположению ГУ, например: Крыло, Воздухозаборник, Форточка и пр.).
Цвет	Цвет для отображения Граничного условия в графической области. Цвет можно выбрать из выпадающего списка стандартных цветов либо выбрать пользовательский цвет с помощью опции Цвет = Другой
Прозрачность	Настройка прозрачности дробным значением в диапазоне от 0 до 1.
Тип ГУ	Тип Граничного условия. При смене типа Граничного условия изменится набор параметров. Будут доступны только те параметры, которые можно задавать для выбранного типа ГУ.

Формулы

На ГУ Симметрия автоматически устанавливаются следующие условия:

Формулы для скорости:

$$V_{b,n} = 0$$

$$V_{b,\tau} = |V_{c,abs} - V_B|$$

Здесь


$V_{c,abs}$ — абсолютная скорость жидкости в центре приграничной ячейки


Формулы для температуры:

$$\left. \frac{\partial T}{\partial y} \right|_b = 0$$

$$T_b = T_{cell}$$

5.4.6.2 Стенка

Контекстное меню	
Удалить ГУ	Удалить указанное Граничное условие #N
Копировать	Копировать указанное Граничное условие #N
Создать Результат	Создать Результат на указанном Граничном условии #N
Параметры	
Название	Название Граничного условия, которое отображается в дереве проектов. По умолчанию название присваивается автоматически при создании нового ГУ: Граничное условие с порядковым номером. В дальнейшем название можно изменять. Для удобства рекомендуется задавать название, соответствующее назначению или местоположению ГУ, например: Крыло, Воздухозаборник, Форточка и пр.
Цвет	Цвет для отображения Граничного условия в графической области. Цвет можно выбрать из выпадающего списка стандартных цветов либо выбрать пользовательский цвет с помощью опции Цвет = Другой .
Прозрачность	Настройка прозрачности дробным значением в диапазоне от 0 до 1.
Тип ГУ	Тип Граничного условия. При смене типа Граничного условия изменится набор параметров. Будут доступны только те параметры, которые можно задавать для выбранного типа ГУ.
Шероховатость	Эквивалентная песочная шероховатость стенки, [мкм]
Переменные	Переменные, используемые в данном граничном условии.
Температура	Группа параметров для переменной Температура.
Способ	Способ задания граничного условия для температуры. Возможные варианты: Константа Тепловой поток Радиационное равновесие Внешний теплообмен .
	При включении физического процесса Лучистый теплоперенос нельзя задать здесь следующие способы задания Температуры:

	<ul style="list-style-type: none"> • Радиационное равновесие • Внешний теплообмен
Значение	Задаваемое значение Температуры , [K], или удельного Теплового потока , [Вт/м2]
Поток энергии	Эти параметры задаются при выборе Способ = Радиационное равновесие.
Степень черноты	<ul style="list-style-type: none"> • Поток энергии - полный удельный поток энергии с поверхности граничного условия в газ или в жидкость, $J_{q,b}$ [Вт/м2]. • Степень черноты - степень черноты поверхности граничного условия (излучательная способность ε_w), задается безразмерной величиной в диапазоне [0, 1]. • T_Inf - относительная температура на бесконечности $T_{\infty,abs}$, [K], определяющая радиационный поток, падающий на поверхность граничного условия. <p>Предполагается, что диффузионный и радиационный потоки энергии направлены по нормали к поверхности. Температура поверхности находится в результате итерационного решения уравнения:</p> $J_{q,b} = \left(+ \frac{\mu_t}{Pr_t} \right) \frac{T_{w,abs} - T_{c,abs}}{y_c} + \sigma_{rad} \varepsilon_w (T_{w,abs}^4 - T_{\infty,abs}^4)$ <p>где y_c — расстояние от поверхности до центра пристенной ячейки.</p> <p>Пользователь задает величины $J_{q,b}$, ε_w и $T_{\infty,abs}$.</p> <p>При вычислении Результата Тепловой поток радиационная составляющая $\sigma_{rad} \varepsilon_w (T_{w,abs}^4 - T_{\infty,abs}^4)$ не учитывается.</p>
T внешней среды	Эти параметры задаются при выборе Способ = Внешний теплообмен .
Степень черноты	Здесь задаются:
Количество слоев	<ul style="list-style-type: none"> • относительная температура внешней среды (Т внешней среды), [K] • коэффициент внешней теплоотдачи (Коеф. теплоотдачи), [Вт м⁻² K⁻¹]
Толщина слоя	<ul style="list-style-type: none"> • степень черноты поверхности граничного условия (излучательная способность) ε_w (Степень черноты)
Теплопроводность слоя	<ul style="list-style-type: none"> • количество теплопроводящих слоев (Количество слоев) • толщина теплопроводящего слоя N (Слой N > Толщина слоя), [м] • теплопроводность теплопроводящего слоя N (Слой N > Теплопроводность слоя), [Вт/(м·K)]
Лучистое излучение	
Способ	<p>Способ задания плотности потока излучения с поверхности граничного условия.</p> <p>Возможные варианты:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Плотность теплового потока – в параметре Переменные > Лучистое излучение > Поток энергии (см. ниже) задается плотность лучистого теплопереноса. При создании граничного условия эта опция обозначается пиктограммой . • Тепловой поток – в параметре Переменные > Лучистое излучение > Поток энергии (см. ниже) задается абсолютное (суммарное) значение

	лучистого теплопереноса с поверхности граничного условия. При создании граничного условия эта опция обозначается пиктограммой  .
	<ul style="list-style-type: none"> Автоматический – автоматическое вычисление лучистого теплопереноса исходя из задаваемой пользователем Степени черноты поверхности граничного условия (см. ниже). При создании граничного условия эта опция обозначается пиктограммой .
Поток энергии	<p>Задаваемое пользователем значение Плотности теплового потока (удельного потока излучения), [Вт/м2] либо Теплового потока (абсолютного потока излучения), [Вт].</p> <p>Этот параметр доступен только когда Переменные > Лучистое излучение > Способ = Плотность теплового потока Тепловой поток.</p>
Степень черноты	<p>Степень черноты поверхности граничного условия, применяемая для автоматического вычисления потока излучения.</p> <p>Этот параметр доступен только когда Переменные > Лучистое излучение > Способ = Автоматический.</p>

Формулы

Для Скорости на стенке автоматически устанавливается условие:

$$V_b = 0$$

Для Температуры условие зависит от заданного значения параметра **Переменные > Температура > Способ**:

Если **Способ = Константа**, то значение Температуры задается пользователем:

$$T_b = T_{user}$$

Если **Способ = Тепловой поток**, то пользователь задает значение теплового потока:

$$J_{q,b} = J_{user}$$



При моделировании турбулентности на граничных условиях типа **Стенка** применяются пристеночные функции (эмпирическое соотношение, позволяющее учесть нелинейный характер профиля скорости в пристенном слое).

5.4.6.3 Вход/Выход

Контекстное меню

Удалить ГУ	Удалить указанное Граничное условие #N
Копировать	Копировать указанное Граничное условие #N
Создать Результат	Создать Результат на указанном Граничном условии #N

Параметры

Название	<p>Название Граничного условия, которое отображается в дереве проектов.</p> <p>По умолчанию название присваивается автоматически при создании нового ГУ: Граничное условие с порядковым номером.</p>
----------	---

	В дальнейшем название можно изменять. Для удобства рекомендуется задавать название, соответствующее назначению или местоположению ГУ, например: Крыло, Воздухозаборник, Форточка и пр.).
Цвет	Цвет для отображения Граничного условия в графической области. Цвет можно выбрать из выпадающего списка стандартных цветов либо выбрать пользовательский цвет с помощью опции Цвет = Другой
Прозрачность	Настройка прозрачности дробным значением в диапазоне от 0 до 1.
Тип ГУ	Тип Граничного условия. При смене типа Граничного условия изменится набор параметров. Будут доступны только те параметры, которые можно задавать для выбранного типа ГУ.
Переменные	Переменные, используемые в данном граничном условии.
Скорость	Группа параметров для переменной Скорость.
Способ	Способ задания граничного условия для переменной Скорость. Возможные значения: Нормальная массовая скорость Норм. скорость с давлением Скорость с давлением Давление на входе Полное давление Фиксированная скорость Массовый расход. См. подробности ниже в подразделе "Способы задания скорости".
Значение	Нормальная удельная массовая скорость потока, $[\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})]$. Задается при выборе Переменные > Скорость > Способ = Нормальная массовая скорость.
Скорость	Нормальная скорость потока, $[\text{м}/\text{с}]$. Задается при выборе Переменные > Скорость > Способ = Норм. скорость с давлением.
X	Компоненты вектора скорости потока по осям X, Y и Z, $[\text{м}/\text{с}]$. Задаются при выборе Переменные > Скорость > Способ = Скорость с давлением Фиксированная скорость.
Y	
Z	
Давление	В зависимости от заданного Способа задания Скорости, это статическое давление, относительное давление на входе либо полное давление, $[\text{Па}]$. Задается при выборе Переменные > Скорость > Способ = Норм. скорость с давлением Скорость с давлением Давление на входе или Переменные > Скорость > Способ = Полное давление.
Полное давление	
Массовый расход	Массовый расход через граничное условие, $[\text{кг}/\text{с}]$. Задается при выборе Переменные > Скорость > Способ = Массовый расход.
Температура	Температура потока, $[\text{K}]$. Этот параметр доступен только когда в Физических процессах задано Уравнение теплопереноса = Да.
Уровень турбулентности	Условный уровень турбулентности. Возможные значения: Низкий, 3% Средний, 10% Высокий, 20%. Этот параметр доступен только когда в Физических процессах задано Уравнение движения = Да и Турбулентность = Да.

Формулы и способы задания скорости

Ниже описаны формулы расчета при различных значениях параметра **Переменные > Скорость > Способ**.

1. Нормальная массовая скорость

При выборе этого способа в параметре Переменные > Скорость > Значение задается нормальная массовая скорость потока, $[\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})]$:

$$\rho V_n|_b = \rho V_n|_{user}$$

2. Норм. скорость с давлением

При выборе этого способа задается нормальная скорость потока, [м/с], а в параметре Переменные > Скорость > Давление задается статическое давление, [Па]:

$$V_{n,b} = V_{user} > 0$$

$$P_b = P_{user}$$

Данное условие предполагает вход. Пользователь задает модуль скорости и статическое давление в невозмущенном потоке (на бесконечности).

Абсолютная скорость вычисляется в программе, как сумма относительной скорости жидкости и локальной скорости границы. Отрицательное значение скорости (принудительный отсос) задавать нельзя. Однако, условие Нормальная скорость с давлением допускает выход через вход. В этом случае оно отработает так же, как условие Полное давление.

Реализуются следующие ситуации:

- Вход, сверхзвук:

Значения нормальной скорости и давления на границе фиксированы и равны значениям на бесконечности. Скорость направлена по внутренней нормали к поверхности входа. В параметре Температура задается статическая температура.

- Вход, дозвук:

Модуль скорости на границе равен модулю скорости в центре приграничной ячейки. Вектор скорости направлен внутрь расчетной области по нормали к границе. Скорость в центре ячейки - результат решения задачи. Статическое давление вычисляется из условия постоянства полного давления, определенного заданными значениями статического давления, скорости и статической температуры согласно следующим формулам:

$$P_{tot} = P + \frac{\rho V_{b,abs}^2}{2}, \text{ если у Вещества Агрегатное состояние} = \text{Жидкость}$$

$$P_{tot} = P \left(\frac{T_{tot}}{T} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}, \text{ если у Вещества Агрегатное состояние} = \text{Газ}$$

- Выход, сверхзвук:

Вектор скорости на границе равен вектору скорости в центре приграничной ячейки. Статическое давление на границе равно статическому давлению в центре приграничной ячейки.

- Выход, дозвук:

Вектор скорости на границе равен вектору скорости в центре приграничной ячейки.

Статическое давление на границе равно полному давлению, определенному значениями P_{user} , V_{user} , T_{user} .

3. Скорость с давлением.

При выборе этого способа в полях Переменные > Скорость > Скорость > X, Y, Z задаются компоненты вектора скорости потока по осям X, Y и Z, [м/с], а в поле Переменные > Скорость > Давление задается статическое давление, [Па]. Отрицательное значение проекции скорости на внутреннюю нормаль к поверхности входа (принудительный отсос) задавать нельзя.

Данное условие используется для задания втока жидкости. Если в процессе решения к ГУ подойдет вихрь и сформируются условия вытекания жидкости через ГУ, тогда это ГУ также будет работать корректно (см. описания ситуаций "Выход, сверхзвук" и "Выход, дозвук" ниже).

Пользователь задает вектор скорости:

$$\mathbf{V}_b = \mathbf{V}_{user}, \quad V_n|_b = \mathbf{V}_b \cdot \mathbf{n} > 0$$

и статическое давление в невозмущенном потоке (на бесконечности):

$$P_b = P_{user}$$

Абсолютная скорость вычисляется в программе как сумма относительной скорости жидкости \mathbf{V}_b и локальной скорости границы \mathbf{V}_B . Отрицательное значение проекции скорости на внутреннюю нормаль к поверхности входа (принудительный отсос) задавать нельзя. Однако, условие Скорость с давлением допускает выход через вход. В этом случае оно отработает так же, как условие Полное давление.

Реализуются следующие ситуации:

- Вход, сверхзвук:

Значения компонент скорости и давления на границе фиксированы и равны значениям на бесконечности. В параметре Температура задается статическая температура.

- Вход, дозвук:

Модуль скорости на границе равен модулю скорости в центре приграничной ячейки. Вектор скорости коллинеарен вектору скорости, заданному в интерфейсе. Скорость в центре ячейки - результат решения задачи. Статическое давление вычисляется из условия постоянства полного давления, определенного заданными значениями статического давления, скорости и статической температуры согласно следующим формулам:

$$P_{tot} = P + \frac{\rho V_{b,abs}^2}{2}, \text{ если у Вещества Агрегатное состояние = Жидкость}$$

$$P_{tot} = P \left(\frac{T_{tot}}{T} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}, \text{ если у Вещества Агрегатное состояние = Газ}$$

- Выход, сверхзвук:

Вектор скорости на границе равен вектору скорости в центре приграничной ячейки. Статическое давление на границе равно статическому давлению в центре приграничной ячейки.

- Выход, дозвук:

Вектор скорости на границе равен вектору скорости в центре приграничной ячейки. Статическое давление на границе равно полному давлению, определенному значениями P_{user} , V_{user} , T_{user} .

4. Давление на входе

При выборе этого способа задается относительное давление на входе, [Па]:

$$P_b = P_{user}$$

Вектор скорости на границе равен вектору скорости в центре приграничной ячейки. Скорость в центре ячейки – результат решения задачи. Данное условие можно задавать на дозвуковом входе и на дозвуковом выходе.

Реализуются следующие ситуации:

- Выход, сверхзвук: Статическое давление на границе равно статическому давлению в центре приграничной ячейки. Давление, заданное в интерфейсе, игнорируется.
- Выход, дозвук: Статическое давление на границе равно давлению, заданному в интерфейсе.
- Вход, дозвук: Статическое давление на границе равно давлению, заданному в интерфейсе.

Если в моделируемой задаче имеются только один вход и один выход, то задавать и на входе, и на выходе ГУ типа Давление на входе является некорректным с математической точки зрения. Также некорректно в этом случае задавать на входе ГУ Давление на входе и давление на выходе.

Пример корректной постановки: комбинация Давление на входе (на входе) + Нормальная массовая скорость (на выходе). При этом нормальная массовая скорость на выходе должна быть отрицательной (отсос).

5. Полное давление

При выборе этого способа задается полное давление, [Па]. Полное давление можно задавать на дозвуковом входе, сверхзвуковом выходе и дозвуковом выходе.

Пользователь задает полное давление $P_{tot,b} = P_{user}$.

6. Фиксированная скорость

При выборе этого способа задаются компоненты вектора скорости потока по осям X, Y и Z, [м/с]. Данное условие можно задавать на дозвуковом входе и на дозвуковом выходе. Пользователь задает вектор скорости, который не меняется в процессе расчета:

$$\mathbf{V}_b = \mathbf{V}_{user}$$

если $\mathbf{V}_b \cdot \mathbf{n} > 0$, то реализуется вход.

если $\mathbf{V}_b \cdot \mathbf{n} < 0$, то реализуется выход (нормаль направлена внутрь расчётной области).

Фиксированную скорость рекомендуется использовать при решении задач, в которых известно распределение скорости (как правило, на входе). Следует отметить, что при моделировании сжимаемого течения (плотность зависит от давления) с использованием данного граничного условия расход через поверхность, на которой задано ГУ, не будет фиксированным. Он будет зависеть от статического давления, получаемого около этой поверхности в процессе решения задачи. В случае подвижной границы заданная таким образом скорость жидкости является относительной. Абсолютная

скорость вычисляется в программе, как сумма относительной скорости жидкости V_b и локальной скорости границы V_B .

7. Массовый расход

При выборе этого способа задается массовый расход вещества через поверхность граничного условия, [кг/с].



Особенность способов задания скорости "Норм. скорость с давлением" и "Скорость с давлением":

Варианты Способ = Норм. скорость с давлением и Способ = Скорость с давлением при работе в дозвуковом течении не дают на границе тех значений скорости и давления, которые были заданы. Скорость и давление для этих граничных условий в дозвуковом режиме пересчитываются через полное давление.

Способ = Норм. скорость с давлением и Способ = Скорость с давлением рекомендуется использовать для сверхзвуковых течений (тогда на граничном условии будут получаться именно те скорости и давления, которые заданы).

5.4.6.4 Свободный выход

Вектор скорости на границе равен вектору скорости в центре приграничной ячейки. Скорость в центре ячейки — результат решения задачи. Реализуются следующие ситуации.

- Выход, сверхзвук: Статическое давление на границе равно статическому давлению в центре приграничной ячейки. Давление, заданное в интерфейсе, игнорируется.
- Выход, дозвук: Статическое давление на границе равно давлению, заданному в интерфейсе.
- Вход, дозвук: Статическое давление на границе равно давлению, заданному в интерфейсе.



Граничное условие Свободный выход нельзя задавать на дозвуковом входе.

Контекстное меню

Удалить ГУ	Удалить указанное Граничное условие #N
Копировать	Копировать указанное Граничное условие #N
Создать Результат	Создать Результат на указанном Граничном условии #N

Параметры

Название	Название Граничного условия, которое отображается в дереве проектов. По умолчанию название присваивается автоматически при создании нового ГУ: Граничное условие с порядковым номером. В дальнейшем название можно изменять. Для удобства рекомендуется задавать название, соответствующее назначению или местоположению ГУ, например: Крыло, Воздухозаборник, Форточка и пр.).
----------	--

Цвет	Цвет для отображения Граничного условия в графической области. Цвет можно выбрать из выпадающего списка стандартных цветов либо выбрать пользовательский цвет с помощью опции Цвет = Другой
Прозрачность	Настройка прозрачности дробным значением в диапазоне от 0 до 1.
Тип ГУ	Тип Граничного условия. При смене типа Граничного условия изменится набор параметров. Будут доступны только те параметры, которые можно задавать для выбранного типа ГУ.
Переменные	Переменные, используемые в данном граничном условии.
Скорость	Группа параметров для переменной Скорость.
Давление	Пользовательское значение статического давления, [Па]: $P_b = P_{user}$
Температура	Группа параметров для переменной Температура.
Значение	Температура [К] для ситуации, когда происходит обратный вток через Свободный выход. При истечении потока из расчетной области, применяется условие нулевого градиента температур: $\left. \frac{\partial T}{\partial y} \right _b = 0$ $T_b = T_{cell}$

5.4.6.5 Неотражающее

Граничное условие Неотражающее можно задавать на входе и на выходе. Задаются компоненты скорости, а также пользовательские значения статического давления и температуры на бесконечности.



Граничное условие Неотражающее можно использовать только при числах Маха больше, чем 0.1.

Контекстное меню

Удалить ГУ	Удалить указанное Граничное условие #N
Копировать	Копировать указанное Граничное условие #N
Создать Результат	Создать Результат на указанном Граничном условии #N

Параметры

Название	Название Граничного условия, которое отображается в дереве проектов. По умолчанию название присваивается автоматически при создании нового ГУ: Граничное условие с порядковым номером. В дальнейшем название можно изменять. Для удобства рекомендуется задавать название, соответствующее назначению или местоположению ГУ, например: Крыло, Воздухозаборник, Форточка и пр.).
----------	--

Цвет	Цвет для отображения Граничного условия в графической области. Цвет можно выбрать из выпадающего списка стандартных цветов либо выбрать пользовательский цвет с помощью опции Цвет = Другой
Прозрачность	Настройка прозрачности дробным значением в диапазоне от 0 до 1.
Тип ГУ	Тип Граничного условия. При смене типа Граничного условия изменится набор параметров. Будут доступны только те параметры, которые можно задавать для выбранного типа ГУ.
Переменные	Переменные, используемые в данном граничном условии.
Скорость	Группа параметров для переменной Скорость.
Скорость на беск.	Компоненты скорости на бесконечности по осям X, Y, Z, [м/с] $V_{\infty} = V_{user}$
X	Компонента скорости на бесконечности по оси X
Y	Компонента скорости на бесконечности по оси Y
Z	Компонента скорости на бесконечности по оси Z
Давление на беск.	Пользовательское значение относительного давления на бесконечности, [Па] $P_{\infty} = P_{user}$
Температура	Группа параметров для переменной Температура.
Значение	Пользовательское значение температуры на бесконечности, [K]: $T_{\infty} = T_{user}$

5.4.6.6 Внешнее ГУ

Внешнее ГУ автоматически появляется в проекте, если проект создан по [шаблону Внешний обдув](#), и задает тип поверхности для внешнего параллелепипеда вокруг объекта.



Для Внешнего ГУ недоступны все команды контекстного меню, т.к. данный тип ГУ является уникальным и может присутствовать в проекте в единственном числе.

Также для Внешнего ГУ недоступны параметры отображения и параметры, влияющие на переменные (кроме Уровня турбулентности). Расчеты в данном ГУ производятся по строго заданным уравнениям в зависимости от типа.

Параметры

Название	Название Граничного условия, которое отображается в дереве проектов.
Переменные	Переменные, используемые Внешнем ГУ.
Тип внешнего ГУ	Тип ГУ для внешнего параллелепипеда: Вход/Выход — расстановка ГУ типа Вход/Выход для обтекания объекта согласно вектору движения среды, заданному в начальных условиях. Неотражающее — на всех поверхностях внешнего параллелепипеда будет установлен тип ГУ Неотражающее.
Уровень турбулентности	Условный уровень турбулентности. Доступно, если выбран Тип внешнего ГУ = Вход/Выход . Возможные значения: Низкий, 3% Средний, 10% Высокий, 20% .

5.4.6.7 Источник влажности

Контекстное меню

Удалить ГУ	Удалить указанное Граничное условие #N
Копировать	Копировать указанное Граничное условие #N
Создать Результат	Создать Результат на указанном Граничном условии #N

Параметры

Название	Название Граничного условия, которое отображается в дереве проектов. По умолчанию название присваивается автоматически при создании нового ГУ: Граничное условие с порядковым номером. В дальнейшем название можно изменять. Для удобства рекомендуется задавать название, соответствующее назначению или местоположению ГУ, например: Крыло, Воздухозаборник, Форточка и пр.).
Цвет	Цвет для отображения Граничного условия в графической области. Цвет можно выбрать из выпадающего списка стандартных цветов либо выбрать пользовательский цвет с помощью опции Цвет = Другой
Прозрачность	Настройка прозрачности дробным значением в диапазоне от 0 до 1.
Тип ГУ	Тип Граничного условия. При смене типа Граничного условия изменится набор параметров. Будут доступны только те параметры, которые можно задавать для выбранного типа ГУ.
Переменные	Переменные, используемые в данном граничном условии.
Температура	Параметры температуры для источника влажности.
Способ задания температуры	Способ задания температуры потока из источника. Возможные значения: Охлаждение кондиционера — относительная величина, задаваемая как разность температуры региона и температуры ГУ. Постоянная — заданное значение.
Значение	Заданное значение температуры.
Скорость	Параметры переменной Скорость.
Способ	Способ задания переменной Скорость. Возможные значения: Давление на входе — относительное давление на входе, [Па]. Фиксированная скорость — фиксированная скорость с выбором компонентов вектора скорости потока по осям X, Y и Z, [м/с]. Массовый расход — массовый расход вещества через поверхность граничного условия, [кг/с]. Формулы и подробности для каждого способа описаны в разделе ГУ Вход/выход .
Давление	Статическое давление. Доступно, если Способ = Давление на входе .
Скорость	Нормальная скорость потока, [м/с]. Доступно, если Способ = Фиксированная скорость .

X	Компоненты вектора скорости потока по осям X, Y и Z, [м/с].
Y	
Z	
Массовый расход	Массовый расход через граничное условие, [кг/с]. Доступно, если Способ = Массовый расход .
Влажность	Параметры влажности воздуха.
Способ задания массовой доли воды	<p>Способ расчета массовой доли водяного пара в воздухе.</p> <p>Возможные значения:</p> <p>Массовая доля.</p> <p>Относительная влажность, рассчитывается по формулам:</p> $d_{vap} = \varphi d_s ;$ $Y_{vap} = \frac{\varphi d_s}{1 + \varphi d_s} .$ <p>Влагосодержание, рассчитывается по формулам:</p> $d_{vap} = m_{vap} / m_{air} ; Y_{vap} = m_{vap} / (m_{vap} + m_{air}) ;$ $\frac{1}{Y_{vap}} = \frac{m_{vap} + m_{air}}{m_{vap}} = \frac{1}{d_{vap}} + 1 = \frac{1 + d_{vap}}{d_{vap}} ;$ $Y_{vap} = \frac{d_{vap}}{1 + d_{vap}} .$
Значение	Заданное значение содержания водяного пара в воздухе согласно выбранному способу.

Обозначения для формул

p — давление смеси;

p_{vap} — парциальное давление водяного пара;

p_s — давление насыщения;

d — массовое влагосодержание;

φ — относительная влажность;

x_i — молярная доля вещества i ;

Y_i — массовая доля вещества i .

5.4.6.8 Вытяжка

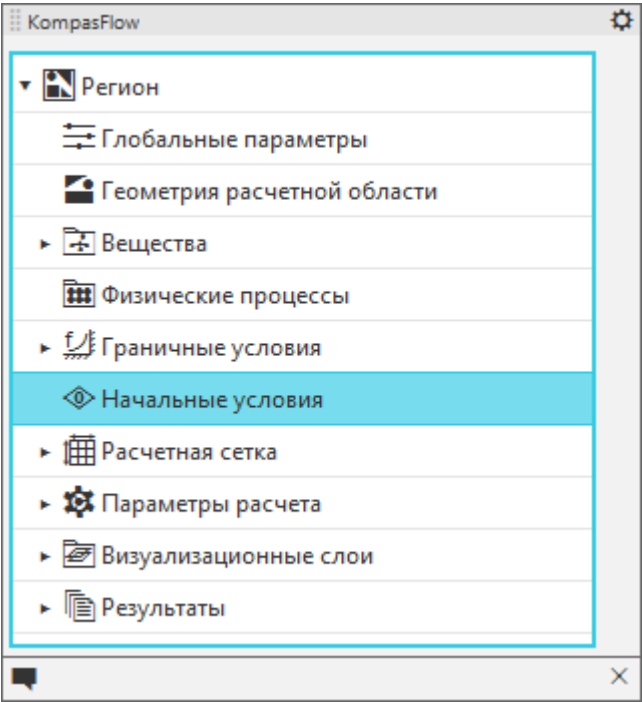


Для ГУ **Вытяжка** недоступны параметры, влияющие на переменные. Расчеты в данном ГУ производятся по строго заданным уравнениям, аналогичным для ГУ Свободный выход.

Контекстное меню

Удалить ГУ	Удалить указанное Граничное условие #N
Копировать	Копировать указанное Граничное условие #N
Создать Результат	Создать Результат на указанном Граничном условии #N

5.4.7 Начальные условия



Элемент Начальные условия задает начальные условия моделирования.

Элемент Начальные условия не имеет контекстного меню.

Параметры

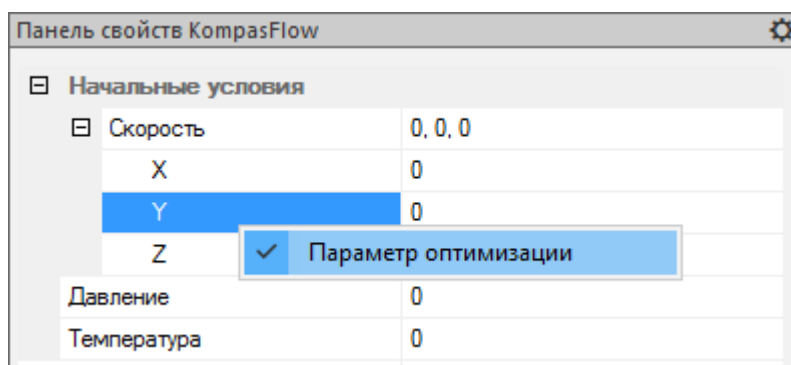
Скорость	
X	Компонента скорости вдоль оси X, в [м/с].
Y	Компонента скорости вдоль оси Y, в [м/с].
Z	Компонента скорости вдоль оси Z, в [м/с].
Давление	
Значение давления в [Па].	
Уровень турбулентности	
Условный уровень турбулентности.	
Возможные значения: Низкий, 3% Средний, 10% Высокий, 20%.	
Этот параметр доступен только когда в Физических процессах задано Уравнение движения = Да и Турбулентность = Да .	
Температура	
Значение температуры в [Па].	
Влажность	
Способ задания массовой доли воды	Способ задания массовой доли воды для моделирования водяного пара в воздухе.

	Возможные значения: Относительная влажность Формулы расчета способов см. в разделе Источник влажности для параметра Влажность > Способ задания массовой доли воды .
Значение	Заданное значение содержания водяного пара в воздухе согласно выбранному способу.

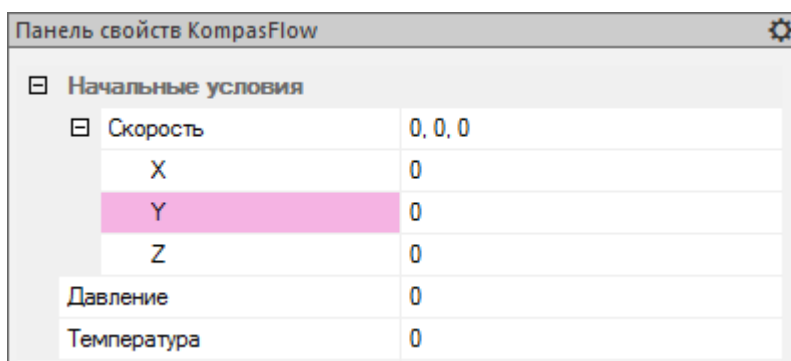
Числовые свойства Начальных условий как параметры оптимизации

Числовые параметры Начальных условий можно объявлять [параметрами оптимизации](#).

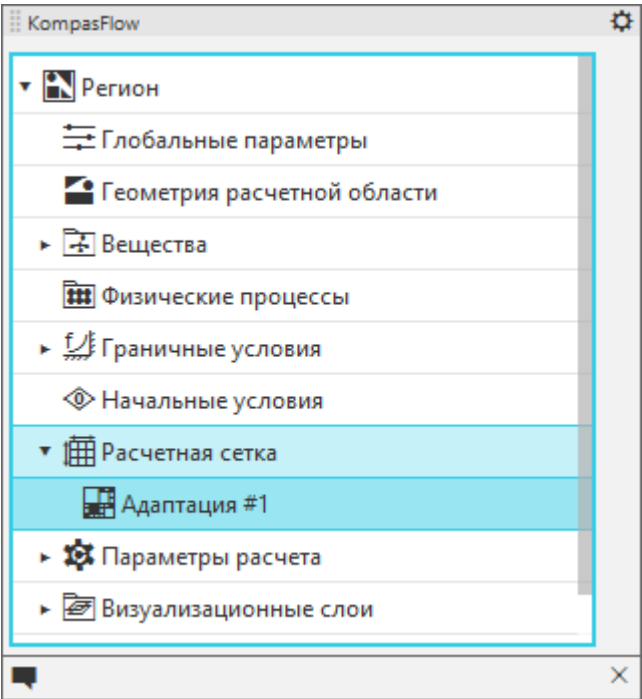
Для этого нужно в панели свойств открыть контекстное меню параметра и включить опцию Параметр оптимизации:



Параметры оптимизации выделены в свойствах Начального условия розовым цветом:



5.4.8 Расчетная сетка и адаптация



Папка Расчетная сетка и ее дочерние элементы Адаптация #N задают свойства расчетной сетки и ее адаптаций.



Адаптации можно создавать, удалять, включать, выключать и изменять на связи с солвером (приостановив выполнение расчета).

При выключении или удалении Адаптации ранее проадаптированные ячейки сливаются.

Отключение Адаптации по решению также приводит к слиянию ранее проадаптированных ячеек.

Контекстное меню

Папка Расчетная сетка:

Создать адаптацию	Создать новый элемент Адаптация #N.
	<div><div>Адаптацию также можно создать при нажатии на пиктограмму  в группе команд Постановка задачи инструментальной панели KompasFlow.</div></div>


Элемент Адаптация #N:

Удалить	Удалить выбранную Адаптацию #N.
---------	---------------------------------

Параметры

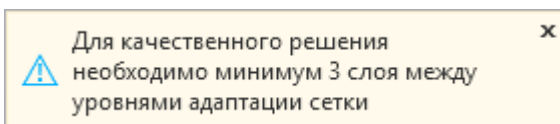
Папка "Расчетная сетка":

Начальная сетка	
Способ задания сетки	Способ построения начальной сетки:

	Количество разбиений по осям — размеры сетки задаются количеством ячеек вдоль осей координат. Общее количество ячеек — размеры сетки задаются общим количеством ячеек.
nX	Количество ячеек начальной сетки вдоль оси X (доступно, если Способ задания сетки = Количество разбиений по осям)
nY	Количество ячеек начальной сетки вдоль оси Y (доступно, если Способ задания сетки = Количество разбиений по осям)
nZ	Количество ячеек начальной сетки вдоль оси Z (доступно, если Способ задания сетки = Количество разбиений по осям)
Кол. ячеек	(доступно, если Способ задания сетки = Количество разбиений по осям)
Режим разбиения	(доступно, если Способ задания сетки = Количество разбиений по осям)
Адаптация по решению	Применение адаптации по решению. Возможные значения: Да Нет.
	Все нижеследующие параметры доступны только при выборе Адаптация по решению = Да.
Начало	С какой итерации будет действовать адаптация по решению
Длительность	Сколько итераций будет длиться адаптация по решению (в пределах одного периода)
Периодичность	Периодичность включений адаптации по решению
Переменная	Переменная, включающая адаптацию по решению. Возможные значения: Давление Температура Плотность Скорость.
Адаптировать по градиенту	Применять адаптацию к решению в зависимости от градиента выбранной Переменной
Значение	Целевое значение переменной для адаптации по решению. Адаптация по решению будет применяться при значениях Переменной близких к заданному здесь Значению.
Макс. количество ячеек	Максимальное количество ячеек для адаптации по решению
Макс. уровень	Максимальный уровень адаптации по решению

Элемент "Адаптация #N"

Название	Задав значение этого параметра, можно изменить стандартное название элемента "Адаптация #N" на другое.
Активно	Этот параметр определяет, будет ли данная Адаптация активной (действующей) или нет (т.е. выключенной). Возможные варианты: Да Нет.
Граничное условие	Граничное условие , на котором будет применяться Адаптация #N
Уровень	Максимальный уровень адаптации, допустимый для Адаптации #N
Количество слоев	Количество слоев каждого из уровней адаптации. Этот параметр должен иметь значение не менее 3. При попытке задать значение меньше 3, программа выдаст сообщение "Для качественного решения необходимо минимум 3 слоя между уровнями адаптации сетки":



В редких случаях, из-за особенностей геометрии, количество слоев в построенной сетке может отличаться от заданного. Это - нормальное явление, не являющееся ошибкой.

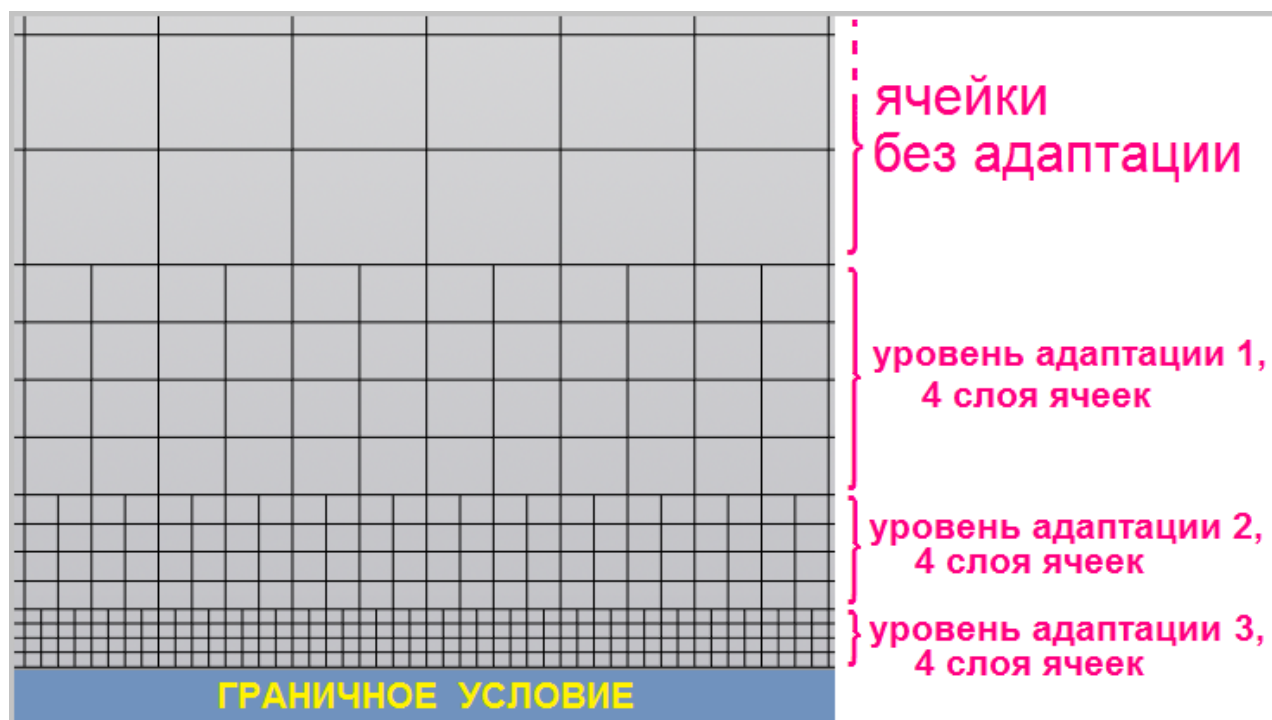
Адаптация по кривизне

Включить	Автоматическое увеличение максимального уровня адаптации вблизи искривленных поверхностей. Возможные значения: Да Нет.
Доп. макс. уровень	Добавка к максимальному уровню адаптации (заданному параметром Уровень, см.выше), добавляемая при срабатывании адаптации по кривизне. Этот параметр доступен если Адаптация по кривизне > Включить = Да.
Макс. угол	Пороговое значение угла между нормальными фасетками, при котором срабатывает адаптация по кривизне. Этот параметр доступен если Адаптация по кривизне > Включить = Да.
Верхний предел	Верхний предел для угла разброса нормалей, выше которого адаптация по кривизне не применяется. Этот параметр доступен если Адаптация по кривизне > Включить = Да.

Адаптация по острым ребрам

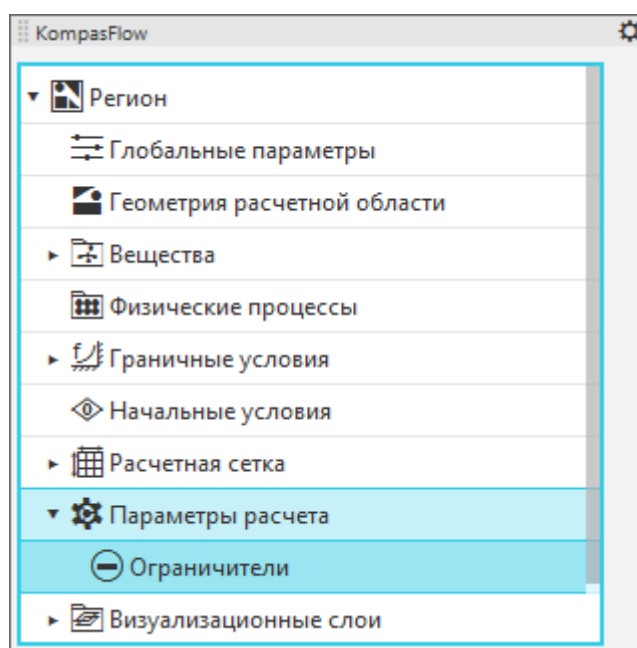
Включить	Автоматическое увеличение максимального уровня адаптации вблизи острых ребер. Возможные значения: Да Нет.
Доп. макс. уровень	Добавка к максимальному уровню адаптации (заданному параметром Уровень, см.выше), добавляемая при срабатывании адаптации по острым ребрам. Этот параметр доступен если Адаптация по острым ребрам > Включить = Да.
Угол острого ребра	Пороговое значение угла между нормальными смежными фасетками (как примыкающим к границам групп, так и фасеток внутри одной группы), при превышении которого срабатывает адаптация по острым ребрам. Этот параметр доступен если Адаптация по острым ребрам > Включить = Да.

Дополнительно



Слой ячеек с различными уровнями адаптации (по 4 слоя на каждый уровень).
Заданы параметры адаптации: Уровень=3, Количество слоев = 4.

5.4.9 Параметры расчета и ограничители



Элемент Параметры расчета и его дочерний элемент Ограничители задают параметры расчета.



Чаще всего Ограничители применяются при расчете сверхзвуковых потоков для сглаживания негативных численных эффектов.

Эти элементы не имеют контекстных меню.

Параметры

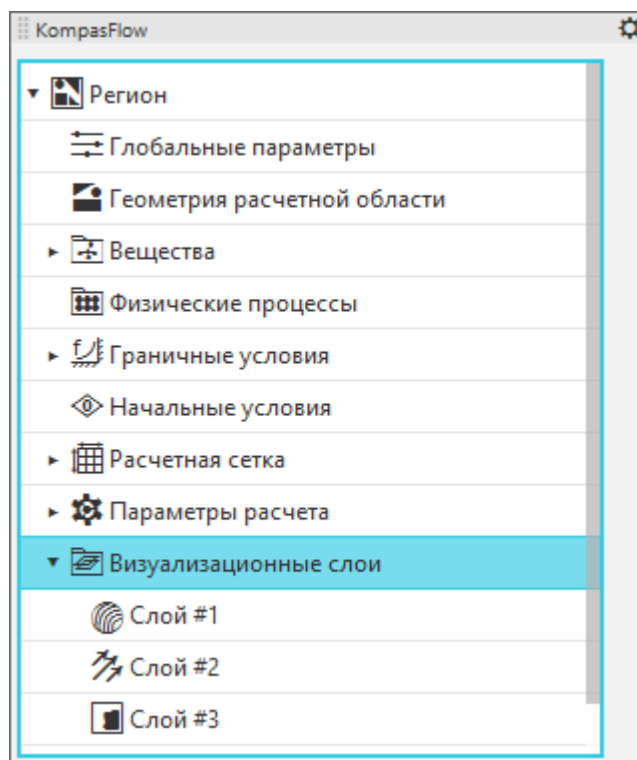
Параметры расчета:

Способ	Выбор способа задания шага по времени. Возможные варианты: Числом CFL В секундах.
CFL	Число Куранта-Фридрихса-Леви. Число CFL характеризует отношение шага по времени ко времени, за которое возмущение течения переносится потоком в пределах ячейки. Этот параметр доступен когда Способ = Числом CFL.
Постоянный шаг	Постоянный шаг по времени, задаваемый в секундах. Этот параметр доступен когда Способ = В секундах.
Макс. шаг по времени	Максимальный шаг по времени, [с]. Этот параметр доступен когда Способ = Числом CFL.
Моделируемое время	Моделируемое время, [с]. Этот параметр доступен когда Способ = Числом CFL.
Частота сохранений	Число итераций, через которое солвер будет сохранять данные

Ограничители:

Плотность, мин.	Минимальная плотность, [кг/м ³]
Скорость, макс.	Максимальная скорость, [м/с]
Давление абс., мин.	Минимально возможное абсолютное давление, [Па]. Это значение может быть только положительным. Для несжимаемой жидкости давление может быть любым.
Давление абс., макс.	Максимально возможное абсолютное давление, [Па]
Ню турб., мин.	Минимальная допустимая турбулентная кинематическая вязкость, [м ² /с]
Ню турб./Ню мол., макс.	Максимальные допустимые турбулентная кинематическая и молекулярная вязкость, [м ² /с]
Температура абс., мин.	Минимально возможная абсолютная температура, [K]. Это значение может быть только положительным.
Температура абс., макс.	Максимально возможная абсолютная температура, [K].

5.4.10 Визуализационные слои




Папка Визуализационные слои содержит дочерние элементы Слой #N, представляющие слои для визуализации течения, полей переменных или сечения расчетной сетки.





Папка Визуализационные слои не имеет параметров в панели свойств.

Контекстное меню

Создать слой	<p>Создать новый визуализационный Слой #N.</p> <p>Программа запросит задать некоторые параметры создаваемого Слоя и объект, на котором этот Слой будет строиться. Задание параметров производится во вкладке Параметры в области панелей управления КОМПАС-3D. Для задания геометрических объектов, на которых будет строиться новый Слой, потребуется заходить во вкладку Дерево, либо отобразить дерево геометрической модели в графической панели нажав на пиктограмму .</p> <p>После задания всех необходимых параметров появится значок . Нажмите на неё, чтобы завершить создание слоя.</p> <p>Если заданы не все параметры, требующиеся для создания слоя, то значок  будет отсутствовать.</p>
	<p>Визуализационный Слой также можно создать при нажатии на соответствующую пиктограмму (, , , , ) в группе команд Визуализация инструментальной панели KompasFlow.</p>

Типы слоев

	<p>Заливка</p> <p>Отображает распределение выбранной переменной на поверхности (на плоскости или на граничном условии). Цвета задаются палитрой и отображаются в зависимости от значения переменной.</p>
---	---

	Векторы	Отображает стрелками поле выбранной векторной переменной. Цвета задаются палитрой и отображаются в зависимости от значения переменной слоя, либо значения пользовательской переменной.
	Линии тока	Отображает линии тока, строящиеся по выбранной векторной переменной. Цвета задаются палитрой и отображаются в зависимости от значения переменной слоя, либо значения пользовательской переменной.
	Сечение расчетной сетки	Отображает сечение расчетной сетки, производимой какой-либо Плоскостью.
	Изоповерхность	Отображает поверхности в пространстве, на которых заданная переменная принимает постоянное значение.

См. подробности

[Общая информация о слоях](#)

[Заливка](#)

[Векторы](#)





[Линии тока](#)

[Сечение расчетной сетки](#)


[Изоповерхность](#)



5.4.10.1 Общая информация о слоях

Типы слоев

	Заливка	Отображает распределение выбранной переменной на поверхности (на плоскости или на граничном условии). Цвета задаются палитрой и отображаются в зависимости от значения переменной.
	Векторы	Отображает стрелками поле выбранной векторной переменной. Цвета задаются палитрой и отображаются в зависимости от значения переменной слоя, либо значения пользовательской переменной.
	Линии тока	Отображает линии тока, строящиеся по выбранной векторной переменной. Цвета задаются палитрой и отображаются в зависимости от значения переменной слоя, либо значения пользовательской переменной.
	Сечение расчетной сетки	Отображает сечение расчетной сетки, производимой какой-либо Плоскостью.
	Изоповерхность	Отображает поверхности в пространстве, на которых заданная переменная принимает постоянное значение.

Контекстное меню Слоя #N

Удалить	Удалить выбранный Слой #N.
Копировать	Копировать выбранный Слой #N.
Отображать легенду	Отображать или нет легенду (пояснение) к Слою #N. Если легенда отображается, команда обозначена в меню значком  .

	<p>При желании легенду можно переместить внутри окна программы, нажав левой кнопкой мыши на ее поле или заголовок и, зажав левую кнопку мыши, переместить в другое место. Указатель мыши при этом выглядит как рука: </p> <p>Легенды можно создавать индивидуально для каждого из нескольких Слоев и размещать их в окне программы произвольным образом.</p>
Загрузить палитру	Загрузить из файла палитру для Слоя #N.
Сохранить палитру	Сохранить в файле палитру для Слоя #N.
Скрыть	<p>Выключить либо включить отображение выбранного Слоя #N в графической области окна КОМПАС-3D.</p> <p>Если Слой уже скрыт, команда обозначена в меню значком . Пиктограммы скрытых Слоев отображаются в дереве проекта в блеклом виде.</p>

Параметры (при создании слоя)

Название	Название слоя. Вместо стандартного названия "Слой #N" можно задать другое название, например, "Температура в горизонтальном сечении".
Тип слоя	Тип слоя. Доступные типы указаны выше.
Тип объекта	<p>Объект, на котором строится слой.</p> <p>Возможные варианты: Плоскость Поверхность Пространство.</p>
Тип объекта источника	<p>Тип объекта для источника линий тока. Возможные варианты: Плоскость Поверхность.</p> <p>Доступно только для слоя Линии тока, если задан Тип объекта = Пространство.</p>
Плоскость / поверхность источника	<p>Выбранная плоскость или поверхность, на которой будет задан источник линий тока.</p> <p>Доступно только для слоя Линии тока, если задан Тип объекта = Пространство.</p>
Плоскость	<p>Плоскость, на которой строится слой. Доступно, если Объект = Плоскость.</p> <p>Можно менять Плоскость, выбрав ее из выпадающего списка.</p>
Переменная	<p>Переменная, по которой строится слой.</p> <p>Список доступных переменных зависит от выбранного типа слоя и дополнительных условий, которые указаны ниже в подразделе Примечания к переменным.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Скорость, [м/с] • Плотность, [кг/м³] • Давление, [Па] • Температура, [К] • Число Маха • Полная температура, [К] • Полное давление, [Па] • Y+ • Плотность излучения • Влагосодержание • Абсолютная влажность • Относительная влажность • Парциальное давление.

Переменная направления	Направление линий тока (только для слоя Линии тока). Варианты: Вперед Назад В обе стороны .
Переменная закрашки	Переменная, по которой будет раскрашен слой (только для слоев Векторы и Линии тока). Список переменных для раскраски переменных совпадает со списком переменных для построения слоя.

Примечания к переменным

- Для переменных Давление и Температура визуализируется превышение абсолютного значения над [опорным значением](#).
- При визуализации переменной Давление показываются значения статического давления без учета гидростатической составляющей.
- Если Тип слоя = [Векторы](#) или Тип слоя = [Линии тока](#), то Слой может строиться только по переменной Скорость.

Если Тип слоя = [Заливка](#), то возможно выбрать переменную: Скорость | Плотность | Давление | Температура | Число Маха | Полное давление | Полная температура | Y+ | Плотность излучения.
- Число Маха может визуализироваться слоями [Заливка](#), а также использоваться как дополнительная переменная для раскраски Векторов и Линий тока.

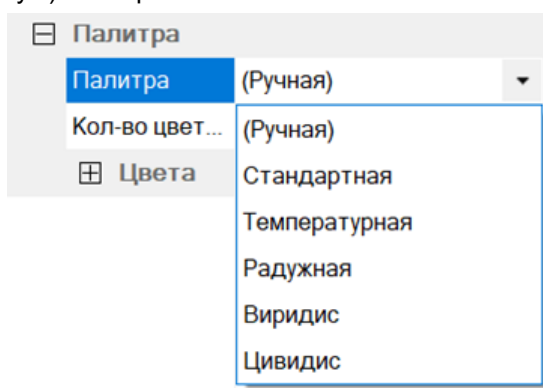
Число Маха не может задаваться для слоев, построенных на граничных условиях типа Стенка.
- Переменные Влажность, Абсолютная влажность, Относительная влажность и Парциальное давление доступны только для шаблона [Влажность](#).
- Для слоя [Сечение расчетной сетки](#) выбор переменной недоступен.
- Переменная Y+ может визуализироваться только слоями Заливка, построенными на граничных условиях типа Стенка, если активирован физический процесс турбулентности ([Физические процессы](#) > Турбулентность = Да).
- Переменная Плотность излучения доступна, если активирован физический процесс излучения ([Физические процессы](#) > Лучистый перенос = Да).

Параметры

Параметры Слоев зависят от их типа. В приведенной ниже таблице перечислены все доступные параметры.

Название	Название слоя. Вместо стандартного названия "Слой #N" можно задать другое название, например, "Температура в горизонтальном сечении".
Тип слоя	Тип слоя, заданный при его создании.
Объект	Объект, на котором построен слой. Задается при создании слоя.
Плоскость	Плоскость, на которой строится слой. Доступно, если Объект = Плоскость . Можно выбрать другую Плоскость из выпадающего списка.
Поверхность	Граничное условие , на котором построен Слой. Доступно, если Объект = Поверхность , задается при создании слоя.
Переменная	Переменная, по которой построен слой. Список переменных указан выше.
Настройки отображения	

Видимость	Отображение Слоя в графической области окна КОМПАС-3D. Этот параметр можно изменить при помощи команды контекстного меню Скрыть. Возможные значения: Да Нет.
Отображать легенду	Отображение легенды (поясняющей надписи) в графической области окна КОМПАС-3D. Этот параметр можно изменить при помощи команды контекстного меню Отображать легенду. Шкала легенды разбита на 10 интервалов и имеет 11 рисок с числами. Возможные значения: Да Нет.
Параметры легенды	
Стиль	Ориентация легенды. Возможные значения: Вертикальный Горизонтальный.
Формат чисел	Формат чисел в легенде. Возможные варианты: Авто Фиксированный Научный.
Точность	Количество значащих цифр в отображении чисел в легенде.
Рамка	Отображать легенду в рамке. Возможные варианты: Да Нет.
Прозрачность фона	Прозрачность фона легенды, задается в процентах числом в диапазоне от 0 до 100
Диапазон	Параметры диапазона для отображения основной визуализируемой Переменной (для слоя Заливка) или Переменной закраски (для слоев Векторы и Линии тока).
Режим	Режим выбора диапазона. Возможные значения: <ul style="list-style-type: none"> Локальный - диапазон простирается от минимального до максимального значений в пределах Слоя Глобальный - диапазон строится от минимального до максимального значений в пределах всей расчетной области Ручной - диапазон задается вручную пользователем
Максимум	Максимальное значение диапазона
Минимум	Минимальное значение диапазона
Палитра	Группа параметров для настройки палитры.
Палитра	Выбор какой-либо готовой (предустановленной) палитры или нестандартной (настроенной вручную) палитры.



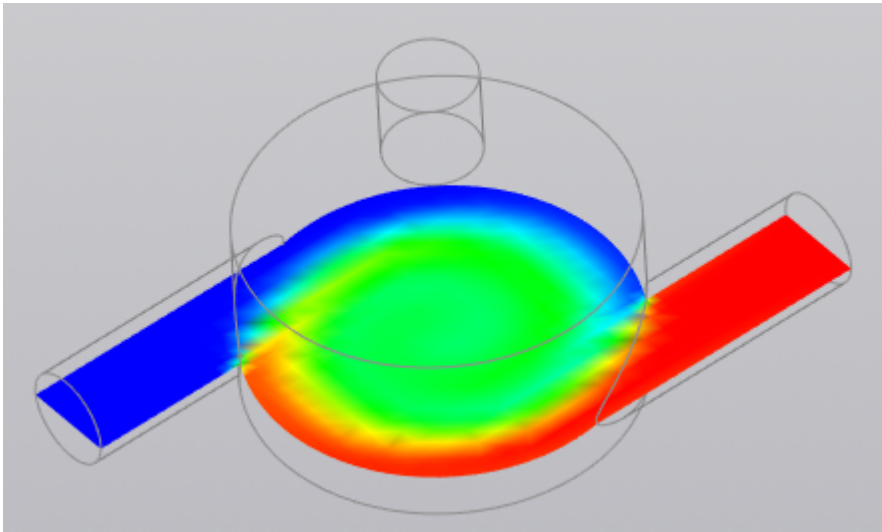
Имеются следующие готовые палитры: Стандартная | Температурная | Радужная | Виридис | Цивидис.

Для использования нестандартной палитры выберите Настройки отображения > Палитра > Палитра = (Ручная).

Если количество цветов или какой-либо цвет палитры были изменены, палитра становится настроенной вручную и доступной для последующего использования при выборе Настройки отображения > Палитра > Палитра = (Ручная), см. выше.

	Настройки нестандартной палитры задаются параметрами, указанными ниже.																						
Кол-во цветов	Количество цветов в палитре, применяемой для визуализации переменной. Задается значением в пределах от 2 до 21.																						
Цвета	При необходимости изменить какой-либо цвет палитры, нажмите на соответствующую ему строку в таблице, а затем нажмите на символ "▼", после чего задайте цвет в стандартном диалоговом окне операционной системы для задания цвета. <div><div>Цвета</div><table><tr><td>70.000000</td><td>Красный</td></tr><tr><td>63.000000</td><td>Другой...</td></tr><tr><td>56.000000</td><td>Другой...</td></tr><tr><td>49.000000</td><td>Желтый</td></tr><tr><td>42.000000</td><td>Другой...</td></tr><tr><td>35.000000</td><td>Зеленый</td></tr><tr><td>28.000000</td><td>Другой...</td></tr><tr><td>21.000000</td><td>Голубой</td></tr><tr><td>14.000000</td><td>Другой...</td></tr><tr><td>7.000000</td><td>Другой...</td></tr><tr><td>0.000000</td><td>Синий</td></tr></table></div>	70.000000	Красный	63.000000	Другой...	56.000000	Другой...	49.000000	Желтый	42.000000	Другой...	35.000000	Зеленый	28.000000	Другой...	21.000000	Голубой	14.000000	Другой...	7.000000	Другой...	0.000000	Синий
70.000000	Красный																						
63.000000	Другой...																						
56.000000	Другой...																						
49.000000	Желтый																						
42.000000	Другой...																						
35.000000	Зеленый																						
28.000000	Другой...																						
21.000000	Голубой																						
14.000000	Другой...																						
7.000000	Другой...																						
0.000000	Синий																						
Метод отрисовки	Метод отображения слоя в окне обзора. Варианты: Цветовая заливка Цветовая заливка с разделением уровней .																						

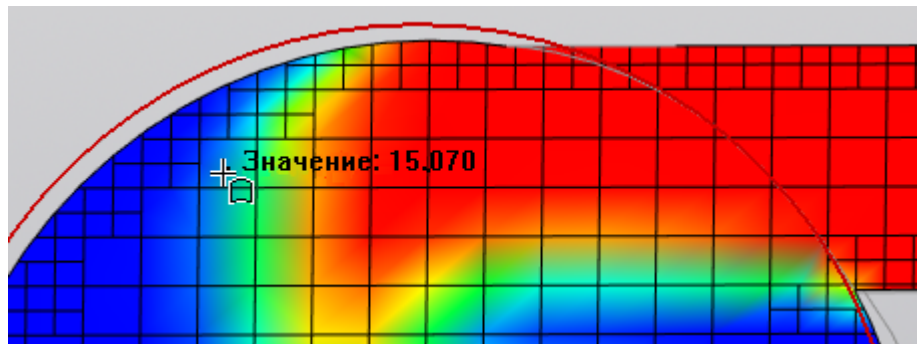
5.4.10.2 Заливка



Слой Заливка не имеет специфичных параметров.

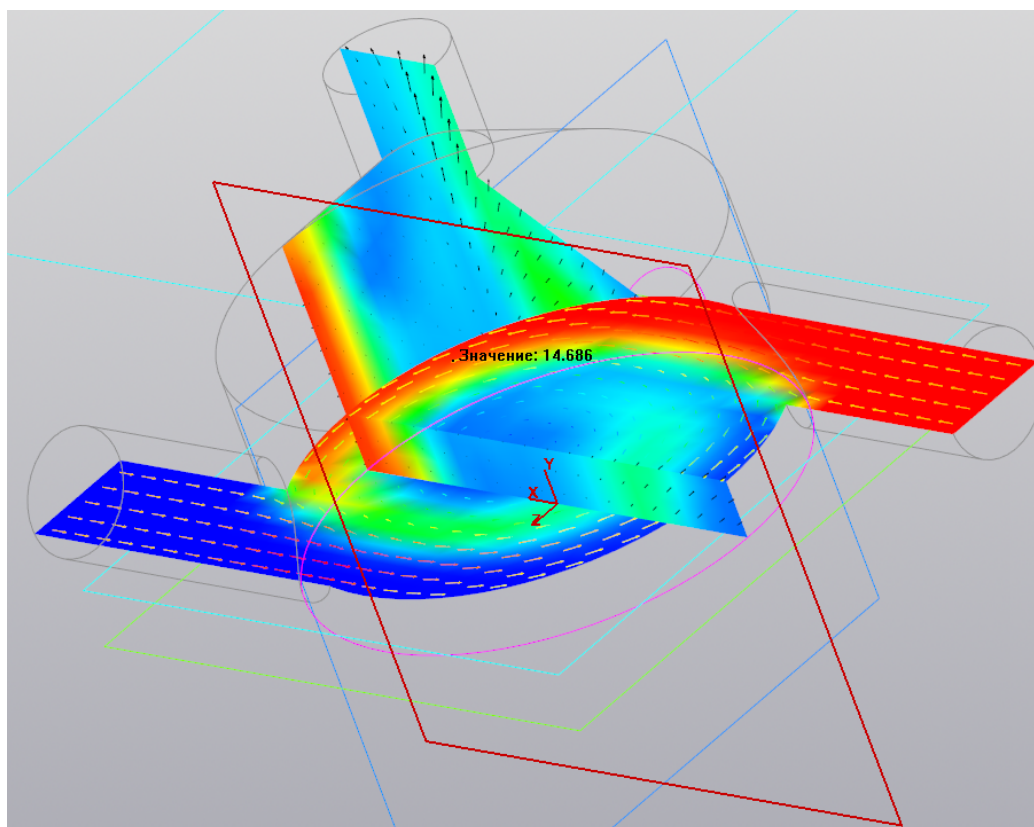
Дополнительно

При выделении слоя Заливка в дереве проекта, при нажатой клавише Alt, рядом с курсором мыши в графической области, значение визуализируемой переменной в точке пересечения линии от наблюдателя до курсора мыши с поверхностью Слоя отображается в текстовой строке:

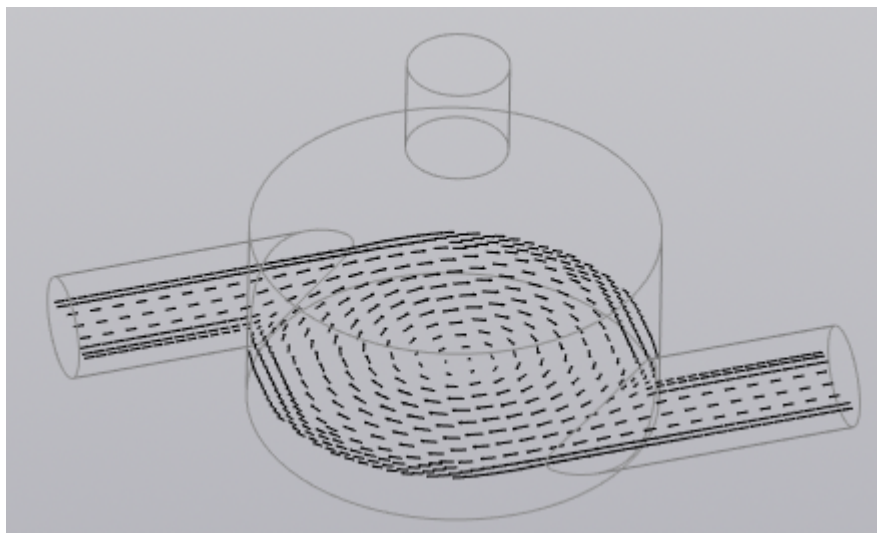


Вне зависимости от количества не скрытых слоёв типа Заливка, числовое значение будет показываться только для того слоя, который выбран в дереве проекта.

Пример: На иллюстрации ниже показано, как числовое значение отображается для слоя, выбранного в дереве проекта и построенного на плоскости, обозначенной красным прямоугольным контуром, а не для того слоя, который оказался расположен ближе к наблюдателю (иллюстрация дана в ракурсе со стороны дна смесителя).



5.4.10.3 Векторы

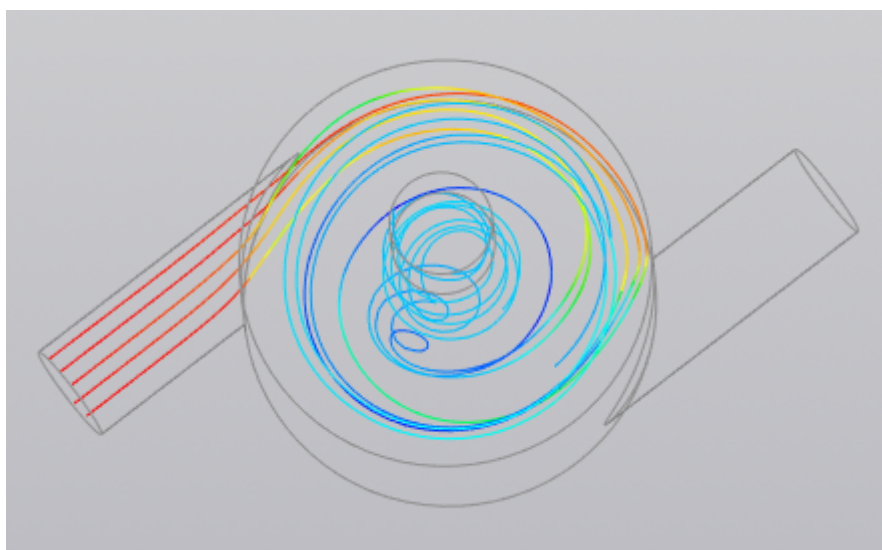


Параметры

Закраска	Переменная, которая будет использоваться для окраски изображений векторов. Возможные варианты: Нет Скорость Плотность Давление Температура Число Маха Полное давление Полная температура Плотность излучения.
Настройки отображения	
Постоянная длина	Рисовать все векторы с постоянной длиной. Возможные варианты: Да Нет.
Опорная длина	Значение опорной длины векторов, [мм]
Плотность	Плотность отображения векторов (условная величина, задается в процентах)

5.4.10.4 Линии тока

Линии тока можно строить как в Пространстве, так и на Плоскости или на Поверхности (этот выбор задается параметром Объект).

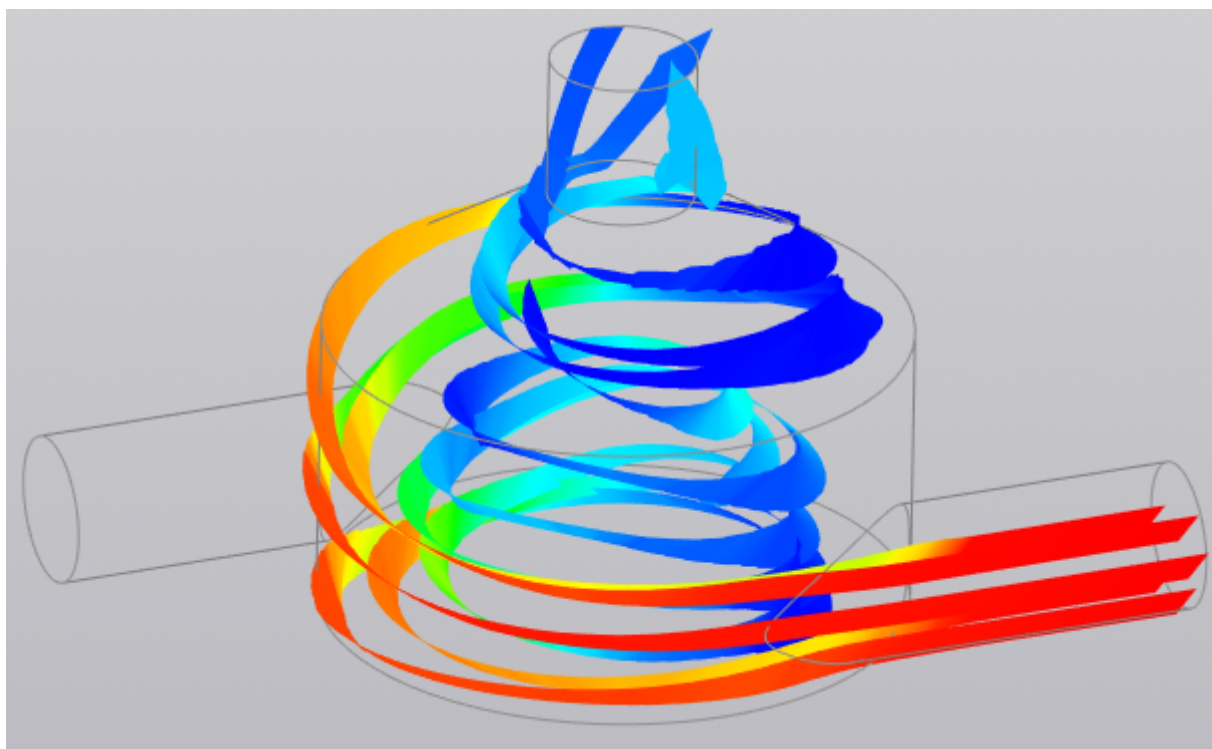


Стандартное отображение линий тока (Режим отрисовки = Линии)

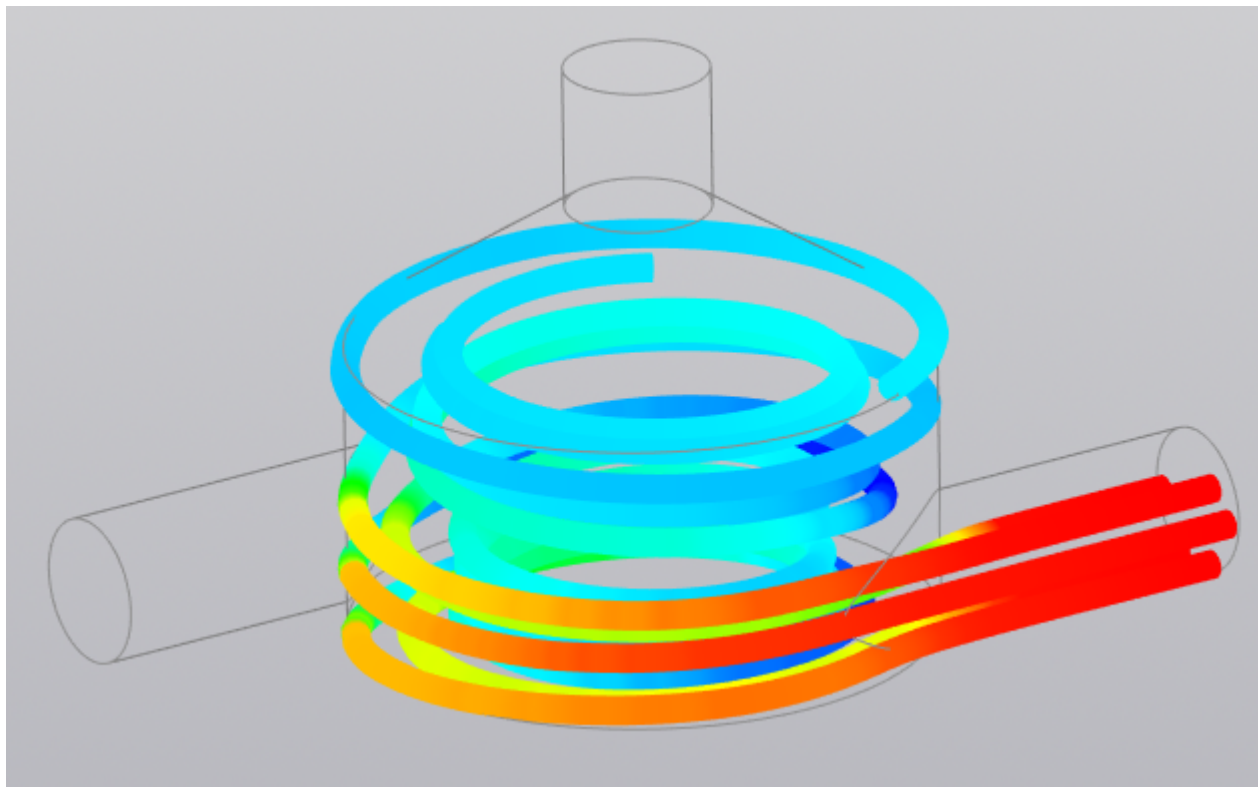
Параметры

Закраска	Переменная, которая будет использоваться для окраски изображений линий тока. Возможные варианты: Нет Скорость Плотность Давление Температура Число Маха Полное давление Полная температура Плотность излучения.
Параметры источника	
Макс. кол. точек	Количество источников линий тока. При задании значения "-1" источники линий тока будут сформированы в узлах расчетной сетки.
Направление	Направление, в котором будут строиться линии тока от источников. Возможные варианты: Вперед Назад В обе стороны.
Настройки отображения	
Режим отрисовки	Способ отображения линий тока (см. подраздел Дополнительно ниже). Возможные варианты: Линии Ленты Трубки.
Толщина линий	Толщина линий тока при их отображении в виде Лент или Трубок, [мм]. При задании значения "-1" будет применяться толщина по умолчанию.

Иллюстрации

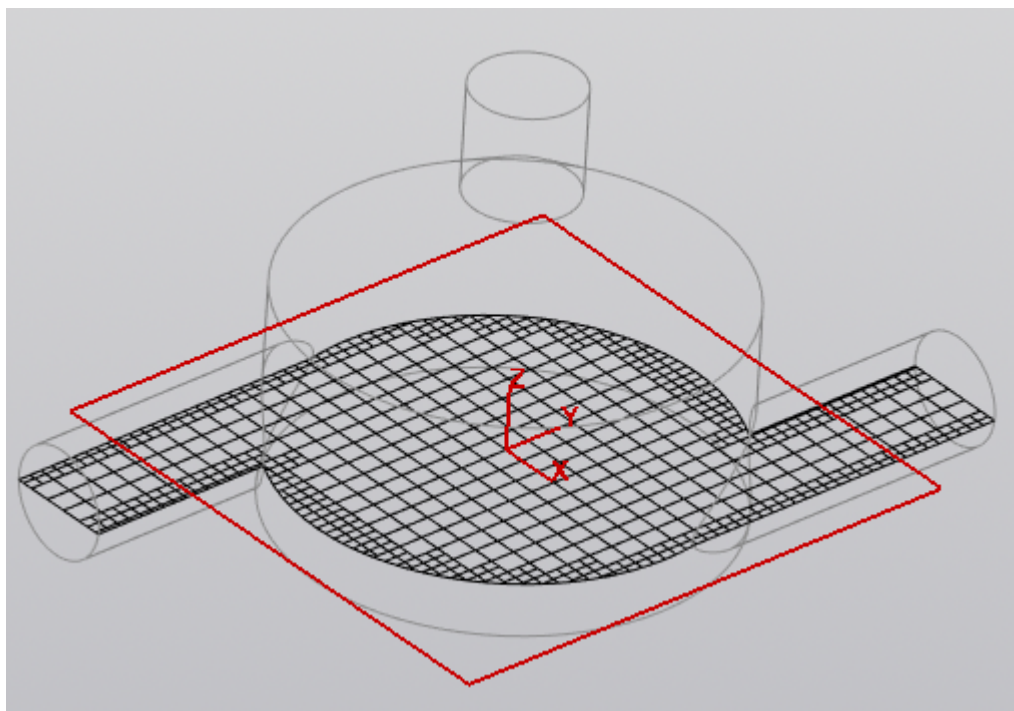


Отображение линий тока в виде лент (Режим отрисовки = Ленты)



Отображение линий тока в виде лент (Режим отрисовки = Трубки)

5.4.10.5 Сечение расчетной сетки

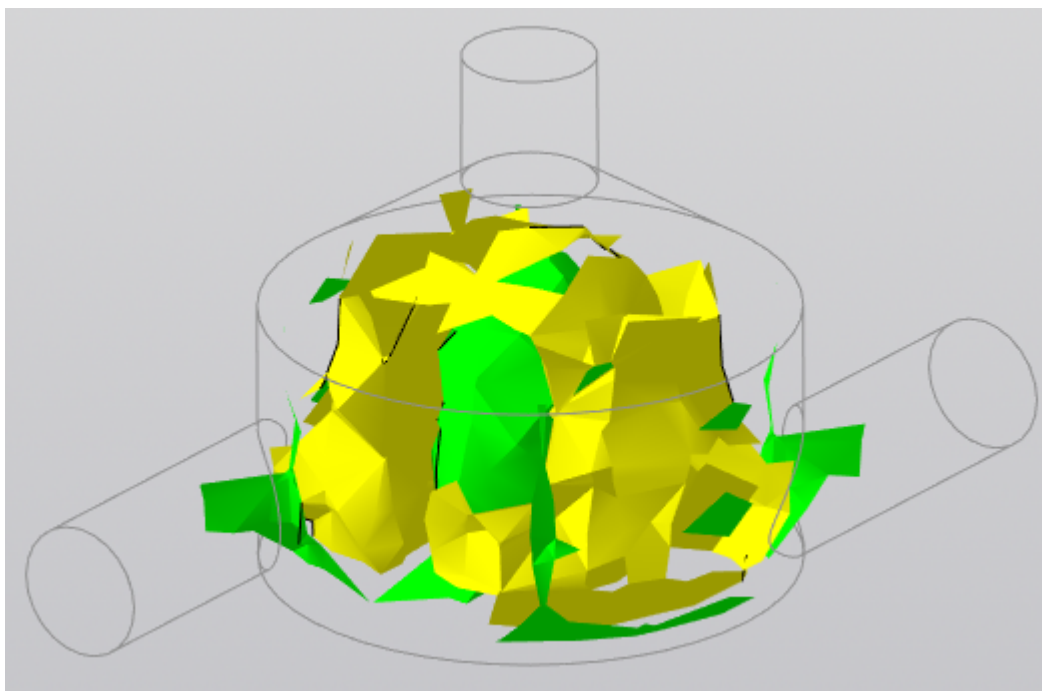


Слой Сечение расчетной сетки отображает сечение расчетной сетки по заданной плоскости.

5.4.10.6 Изоповерхность

Слой Изоповерхность отображает поверхности, на которых переменная принимает постоянное значение.

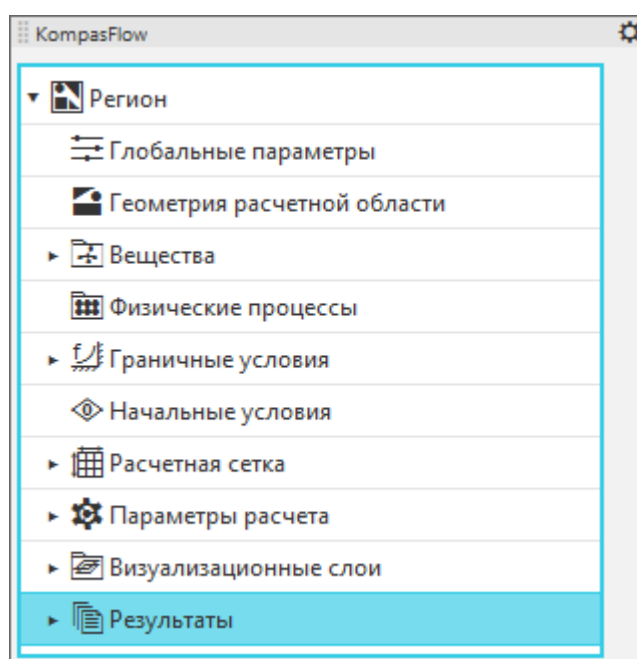
Изоповерхность задается на всем пространстве расчетной области и отображает одним цветом поверхности, на которых проявляется заданное значение выбранной переменной.



На иллюстрации выше показаны два слоя Изоповерхность для отображения двух значений переменной

Слой Изоповерхность не имеет специфичных параметров.


5.4.11 Результаты (папка)



Папка Результаты содержит дочерние элементы Результат #N, представляющие в дереве проекта результаты расчета, графики которых отображаются в [Окне мониторинга](#).

Контекстное меню

Создать Результат Создать новый элемент Результат #N.

Программа запросит пользователя задать параметры создаваемого Результата и объект, на котором он будет строиться. Задание параметров производится во вкладке Параметры в области панелей управления КОМПАС-3D. Для задания геометрических объектов, на которых будет вычисляться новый Результат, потребуется зайти во вкладку Дерево, либо отобразить дерево геометрической модели в графической панели нажав на пиктограмму .

Задав все необходимые параметры, нажмите на появившуюся пиктограмму .



Результат также можно создать:

- 1) нажав на соответствующую пиктограмму в группе команд Результаты [инструментальной панели KompasFlow](#);
- 2) с помощью команды Создать результат в контекстном меню элемента "Граничные условия > Граничное условие #N"

Параметры

Папка Результаты не имеет параметров в панели свойств.

Элементы папки Результаты

См. раздел [Результаты \(элементы\)](#).

5.4.11.1 Результаты (элементы)

Контекстное меню











Цель оптимизации Объявить выбранный Результат #N целью [оптимизации](#).

Пиктограммы Результатов, объявленных целями оптимизации, выглядят так: .

Удалить Удалить выбранный Результат #N из дерева проекта.

Параметры (при создании результата)

Название	Название Результата. Вместо стандартного названия "Результат #N" можно задать другое название.
Результат	<p>Переменная для построения результата. Возможные варианты:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Абсолютная влажность (только для шаблона Влажность) • Влагосодержание (только для шаблона Влажность) • Давление – превышение абсолютного давления над Опорным давлением, [Па] • Массовый расход, [кг/с] • Момент – крутящий момент силы, действующий на объект (тело) со стороны потока, задается относительно осей, проходящих через начало координат объекта, [Н·м] • Объемный расход, [м³/с] • Относительная влажность (только для шаблона Влажность) • Парциальное давление (только для шаблона Влажность) • Плотность, [кг/м³] • Парциальное давление

	<ul style="list-style-type: none"> • Плотность излучения • Полная температура, [K] • Полное давление, [Па] • Сила – сила, действующая на поверхность, набор поверхностей или тело со стороны потока, [Н] • Скорость, [м/с] • Температура – превышение абсолютной температуры над Опорной температурой, [K] • Тепловой поток – полный тепловой поток, [Вт]. Тепловой поток вычисляется без учета радиационной составляющей • Число Маха (недоступно для шаблона Влажность)
Объект	Геометрический объект, на котором вычисляется Результат. Возможные варианты: Расчетная область Плоскость Поверхность Точка.
Значение	<p>Вычисляемое значение Результата. Возможные варианты:</p> <ul style="list-style-type: none"> •  Мин. – минимальное значение измеряемой величины •  Макс. – максимальное значение измеряемой величины •  Среднее – среднее значение измеряемой величины •  Стд. откл. – среднее квадратичное отклонение измеряемой величины
Направление	<p>Направление движения потока при вычислении Массового расхода и Объемного расхода.</p> <p>Возможные варианты:  Внутрь  Наружу</p>
Компонента	<p>Этот параметр позволяет задать компоненту либо модуль векторной величины (вычисление компоненты или модуля производится после усреднения или интегрирования векторной величины).</p> <p>Возможные варианты:  Модуль  Комп. X  Комп. Y  Комп. Z</p>

Параметры (в панели свойств)


Название	Название Результата. Вместо стандартного названия "Результат #N" можно задать другое название.
Переменная	Переменная, по которой строится Результат.
Объект	Объект, на котором строится Результат. Этот объект выделен цветом в графической области окна КОМПАС-3D.
Значение	Значение, которое будет вычисляться Результатом (например, Минимум, Максимум, Среднее, Стд.откл.)



Параметры **Переменная**, **Объект** и **Значение** задаются при создании Результата и их нельзя изменить в окне свойств.

5.5 Окно мониторинга

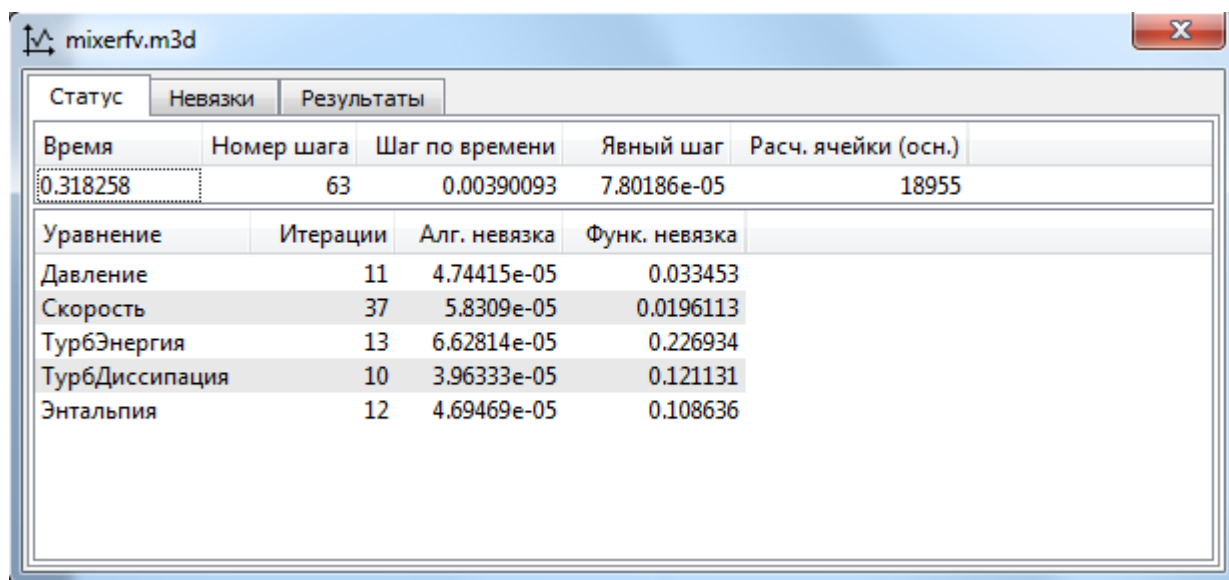
Окно мониторинга содержит данные из текущего расчета. При запуске расчета это окно открывается в центральной части окна КОМПАС-3D.

При желании Окно мониторинга можно передвинуть в удобное место либо закрыть, нажав на символ "х" в его правом верхнем углу. Чтобы повторно открыть Окно мониторинга, нажмите на кнопку  (Открыть окно мониторинга) в [инструментальной панели](#) KompasFlow.

Окно мониторинга имеет следующие вкладки:

- Статус
- Невязки
- Результаты

Вкладка "Статус"

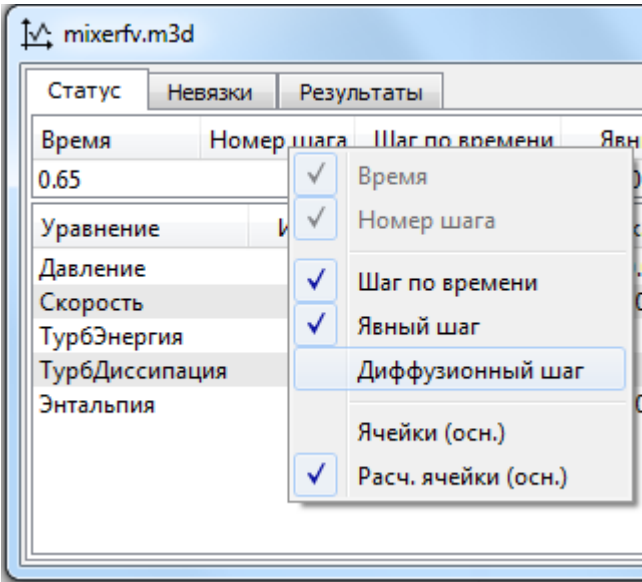


Статус				
Время	Номер шага	Шаг по времени	Явный шаг	Расч. ячейки (осн.)
0.318258	63	0.00390093	7.80186e-05	18955
Уравнение	Итерации	Алг. невязка	Функ. невязка	
Давление	11	4.74415e-05	0.033453	
Скорость	37	5.8309e-05	0.0196113	
ТурбЭнергия	13	6.62814e-05	0.226934	
ТурбДиссипация	10	3.96333e-05	0.121131	
Энтальпия	12	4.69469e-05	0.108636	

Окно мониторинга, вкладка Статус

Вкладка Статус содержит две таблицы.

В верхней таблице указаны текущее время, номер текущего шага и другие данные, состав которых настраивается при помощи контекстного меню, открывающегося при нажатии правой кнопкой мыши на заголовок таблицы:



В нижней таблице отображаются основные переменные из решаемых уравнений. Каждой из этих переменных соответствует своя система линейных уравнений и своя строка в таблице, в которой указывается количество итераций, сделанных для сходимости решения алгебраических уравнений, максимальная невязка по расчетной области и функциональная невязка.

Данные из ячеек таблицы можно копировать при помощи сочетаний клавиш Ctrl+Ins и Ctrl+C.

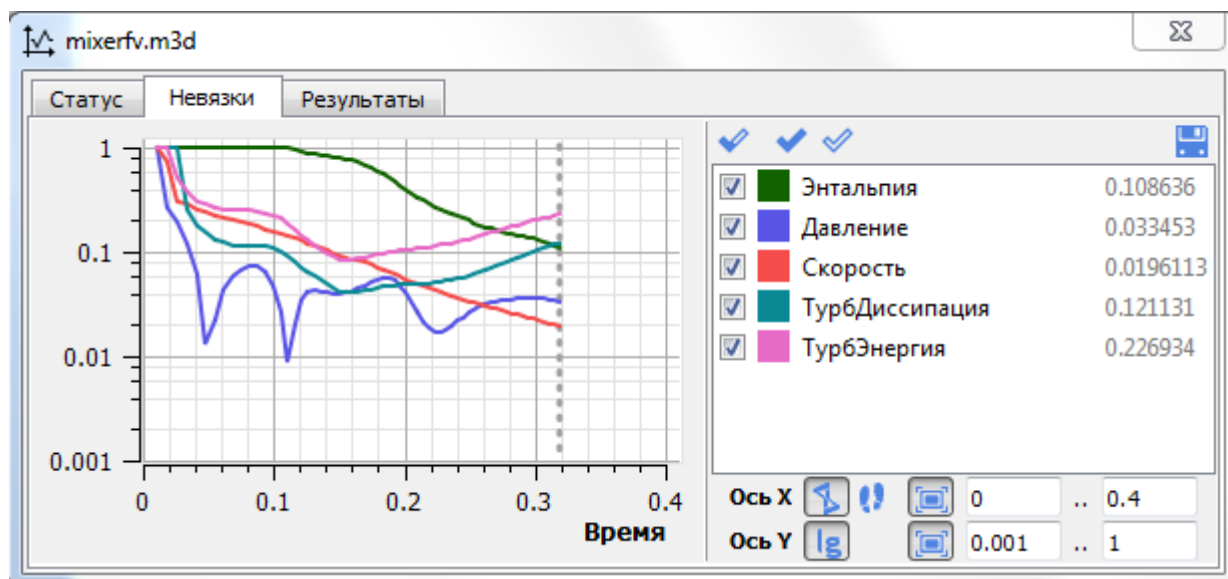
Данные, отображаемые в верхней таблице вкладки «Статус» окна «Мониторинг»

Время	текущее время, T
Номер шага	номер текущего шага по времени, n
Шаг по времени	шаг по времени, τ
Явный шаг	явный конвективный шаг по времени, $\tau_{\text{expl, conv}}$
Диффузионный шаг	Диффузионный шаг по времени, τ_{diff}
Ячейки (осн.)	Общее количество ячеек расчетной сетки
Расч. ячейки (осн.)	Количество расчетных ячеек в сетке

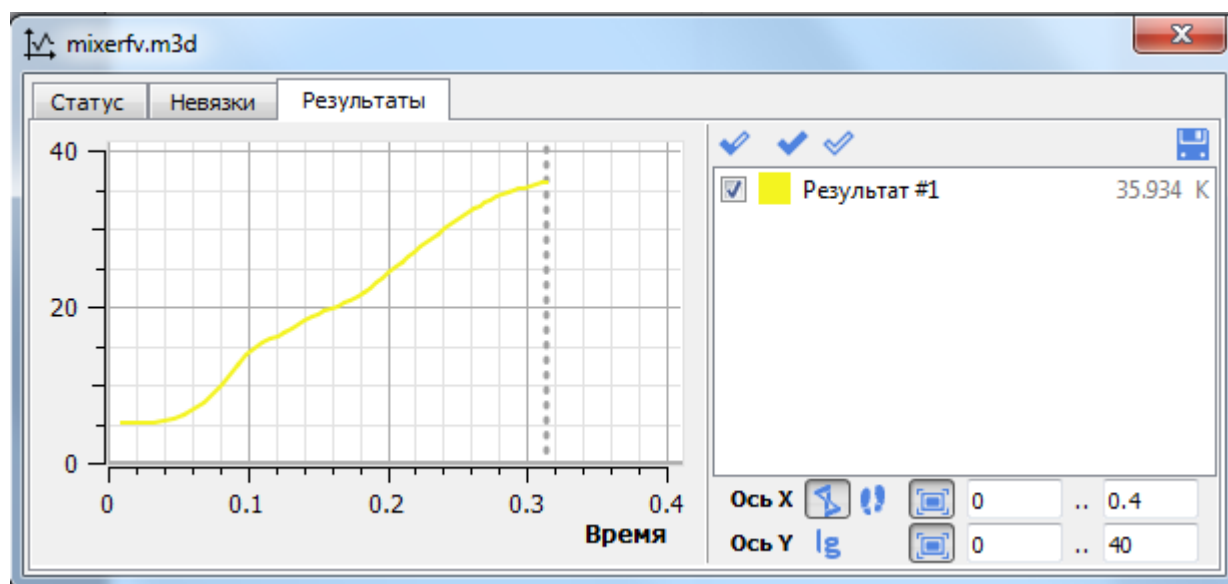
Данные, отображаемые в нижней таблице вкладки «Статус» окна «Мониторинг»

Уравнение	Список основных рассчитываемых переменных
Итерации	Количество итераций, сделанных для сходимости решения алгебраических уравнений. Количество итераций при расчете стационарного течения методом установления должно убывать. Если количество итераций стабильно велико, то рассчитываемый процесс нестационарен.
Алг. невязка	Алгебраическая невязка $R_A(t^n)$, максимальная по расчетной области невязка, достигнутая при решении алгебраических уравнений.
Функ. невязка	Функциональная невязка $R_{\text{norm}}(t^n)$, максимальная по расчетной области скорость изменения основной рассчитываемой переменной

Вкладки "Невязки" и "Результаты"



Окно мониторинга, вкладка Невязки



Окно мониторинга, вкладка Результаты

Ось абсцисс графика соответствует времени или количеству шагов. Ось ординат соответствует величине функциональной невязки расчетной переменной либо заданным [Результатам](#).

Текущий момент или шаг обозначен на графике вертикальной пунктирной линией.

Справа от графика расположена панель со списком линий графика (с указанием цветов графиков и значениями на последнем шаге с указанием размерности) и элементами интерфейса для настройки графика:


Список линий графика

- ☒ ■ Устанавливая или снимая флажки, можно выбрать линии, которые будут отображаться на графике.
- ☒ ■ Линии, которые не отображаются, показаны в списке бледным шрифтом. Цветной квадратик показывает цвет линии на графике.
- ☒ ■
- ☒ ■ Справа показаны значения величин на последнем шаге.


Массовое изменение отображения или скрытия графиков

- ☒ Инvertировать выбор отображаемых и скрытых графиков


 Показать все графики


 Скрыть все графики

Настройки для оси абсцисс ("Ось X")

 Выбор переменной Время для оси абсцисс

 Выбор переменной Номер шага для оси абсцисс


 Автоматическая настройка масштаба по оси абсцисс (так, чтобы весь график уместился по горизонтали)


 Поля для ручного ввода диапазона графика по оси абсцисс. Введите данные и нажмите на клавишу Enter на клавиатуре.

Настройки для оси ординат ("Ось Y")


 Включение/отключение режима логарифмического масштаба оси ординат.

По умолчанию Невязки отображаются в логарифмической шкале, а Результаты - в обычной.

 Автоматическая настройка масштаба по оси ординат (так, чтобы весь график уместился по вертикали)

 Поля для ручного ввода диапазона графика по оси ординат. Введите данные и нажмите на клавишу Enter на клавиатуре.

Сохранение графика в текстовый файл

 Данные из графика можно сохранить в текстовом файле с разделением колонок данных символами табуляции.

После нажатия на эту кнопку откроется стандартное диалоговое окно операционной системы, в котором указывается файл, в который нужно сохранить данные.

Пример текстового файла:

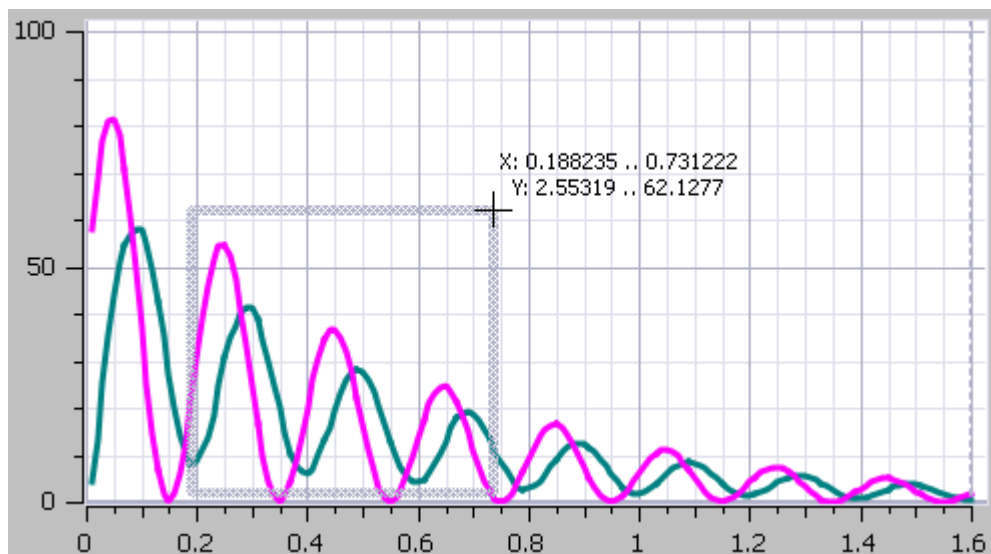
Step	Time	Давление	Скорость
1	100	1	
2	200	1	1
3	300	1	0.984514
4	400	0.594614	0.766632
5	500	0.0251451	1
6	600	0.132585	0.779342
7	700	0.239844	0.555458
8	800	0.351604	0.422173

Ручное масштабирование и/или сдвиг графика при помощи мыши

Масштабирование и/или сдвиг графика можно выполнять вручную при помощи мыши. Ниже описаны приемы масштабирования.

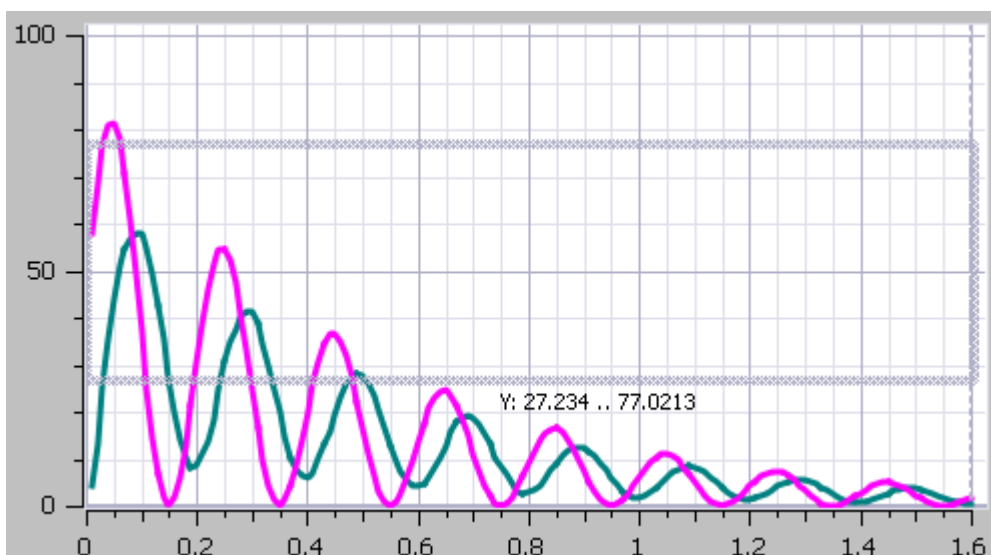
Растянуть
прямоугольный
фрагмент графика
на все поле

Нажмите в поле графика левую кнопку мыши и, не отпуская ее, оттяните курсор к другой точке и отпустите. Выделенный прямоугольник растянется на все поле графика. Указатель мыши при этом отображается крестиком, рядом с ним отображаются новые границы диапазона графика.



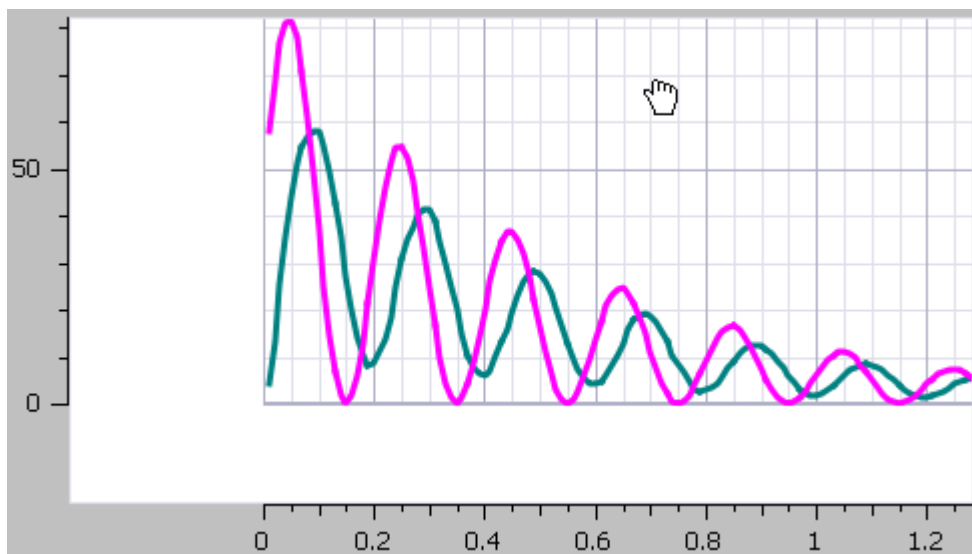
Растянуть
диапазон вдоль
одной оси графика
на все поле

Нажмите левой кнопкой мыши немного ниже оси абсцисс или левее оси ординат. Затем, не отпуская кнопку, потяните курсор вдоль оси к другой позиции и отпустите. Выделенный интервал растянется на все поле. Рядом с указателем мыши отображаются новые границы диапазона графика по соответствующей оси.

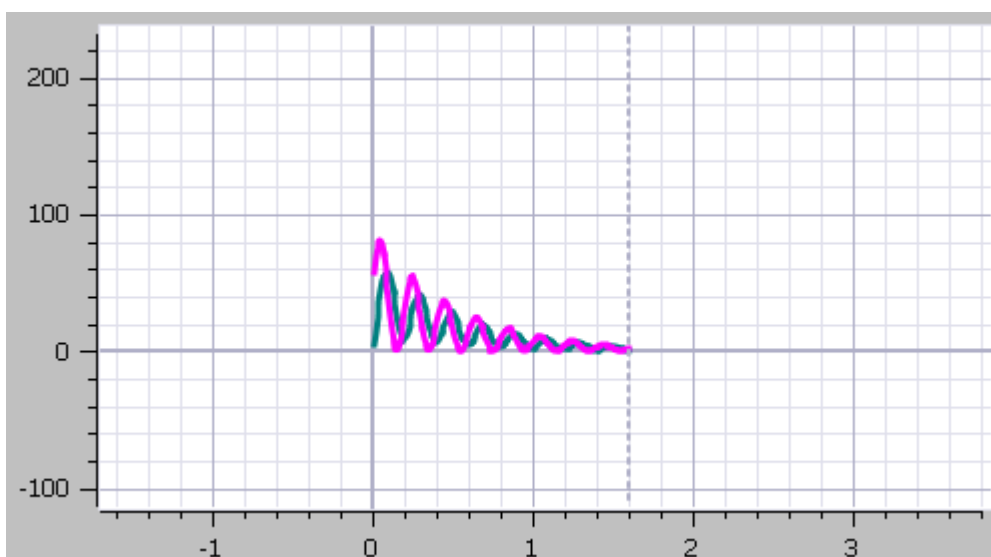



Сдвиг всего
графика

Нажмите правую кнопку мыши в поле графика и, не отпуская ее, сдвиньте график. Начатый, но не законченный сдвиг можно отменить нажатием на клавишу Esc.




Масштабирование всего графика Нажмите на точку внутри поля графика и вращайте колесо мыши. Изображение будет приближаться либо отдаляться в зависимости от направления вращения колеса мыши.



При переносе проекта в новое окно КОМПАС (при помощи команды Перенести в новое окно КОМПАС контекстного меню вкладки документа КОМПАС) открытое Окно мониторинга останется в старом окне КОМПАС. Чтобы открыть Окно мониторинга в новом окне КОМПАС, закройте его в старом окне КОМПАС, перейдите в новое окно КОМПАС и примените команду  Открыть окно мониторинга в инструментальной панели KompasFlow.

5.6 Изменение проекта на связи с солвером

При наличии связи с солвером большинство параметров проекта недоступны для изменения пользователем. Некоторые параметры можно изменять и на связи с солвером, однако для этого требуется приостановка расчета при помощи команды  **Остановить**. Обратите внимание, что некоторые параметры можно задавать только при создании объекта или они предназначены только для отображения информации.

Возможность изменения параметров проекта на связи с солвером и во время расчета

Глобальные параметры	✗
Геометрия расчетной области	✗
Вещество	✗
Физические процессы	✗
Граничные условия > Граничное условие #N	✗
Начальные условия	✗
Расчетная сетка	✗, ✓, 1
Расчетная сетка > Адаптация #N	✓
Параметры расчета	✓
Параметры расчета > Ограничители	✗
Визуализационные слои > Слой #N	✓, ⓧ, 2
Результаты > Результат #N	✗, ⓧ, 3

Обозначения:



- нельзя редактировать на связи с солвером



- можно редактировать на связи с солвером (требуется приостановка расчета)



- параметры задаются при создании объекта и вообще не могут быть изменены, а также параметры, служащие только для отображения информации

Примечания:

1. Параметры начальной сетки не могут быть изменены на связи с солвером. Параметры адаптации могут быть изменены на связи с солвером, но для этого потребуются приостановка расчета.
2. Параметры Тип слоя и Объект в свойствах Слоя задаются при создании Слоя и не могут быть изменены. Параметры из блока ИНФО только отображают данные.
3. Можно изменять только название Результата, не на связи с солвером. Остальные параметры Результата (Переменная, Объект, Значение) задаются при создании Результата и не могут быть изменены.

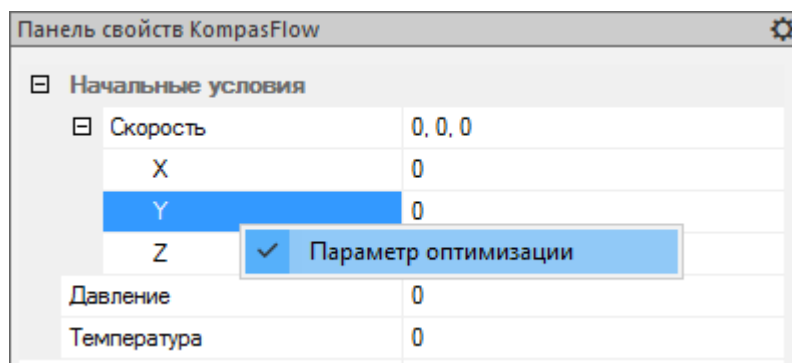
5.7 Оптимизация

В KompasFlow имеются средства для связи с приложением Оптимизация IOSO-K.

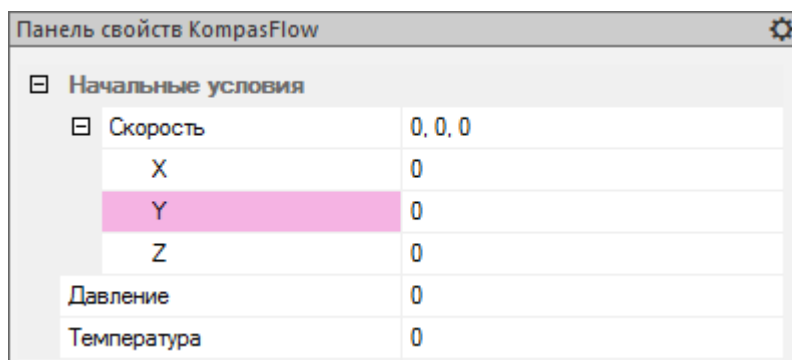
Параметры оптимизации

Параметрами оптимизации могут быть числовые значения, задаваемые в свойствах **Граничных условий** и/или **Начальных условий**.

Для назначения параметра оптимизации применяется команда контекстного меню **Параметр оптимизации**.



Параметры оптимизации выделены в панели свойств розовым цветом

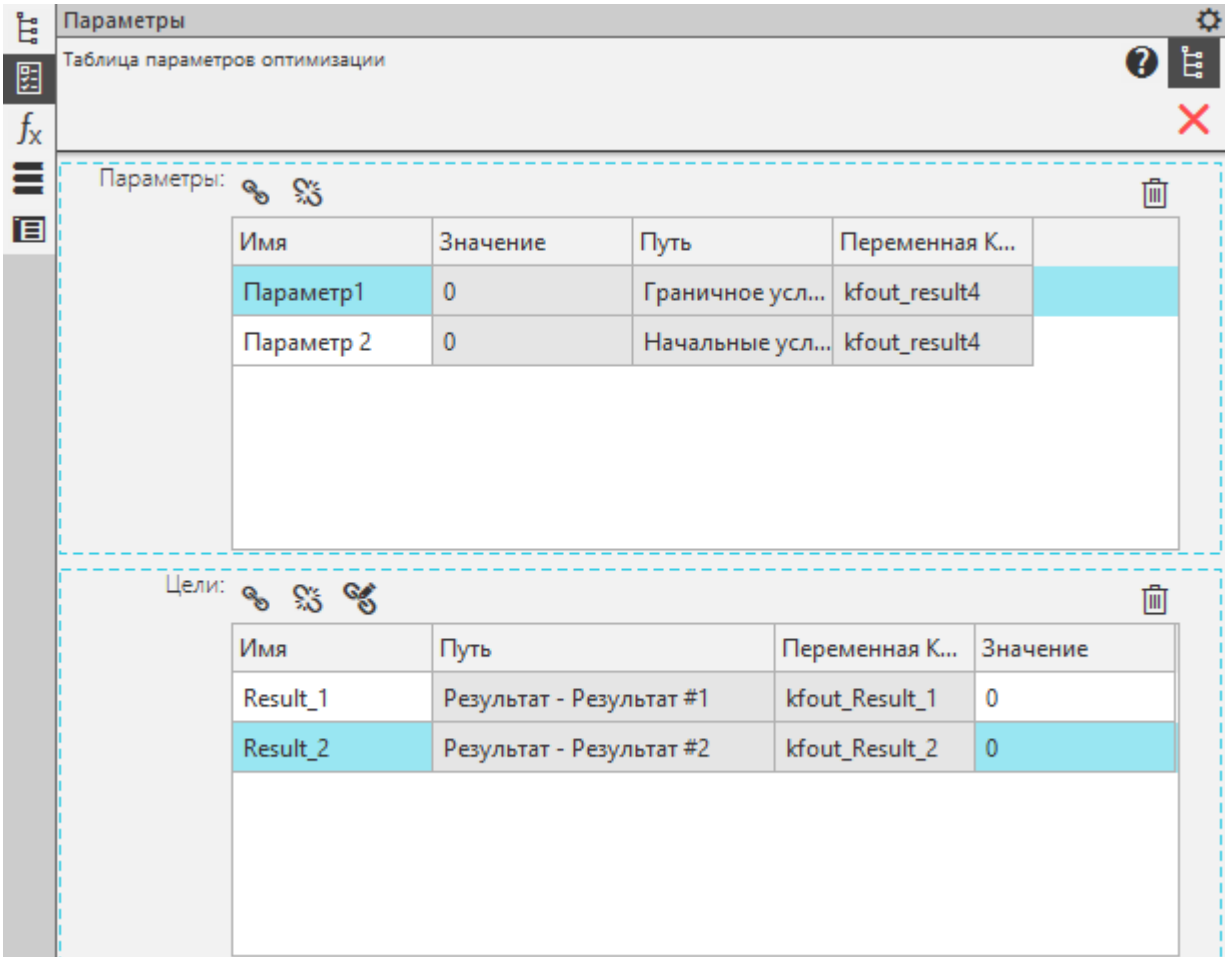


Цели оптимизации

В качестве **Целей оптимизации** задаются один или несколько **Результатов**. Чтобы назначить какой-либо **Результат** в качестве **Цели оптимизации**, откройте в дереве проекта его контекстное меню и включите опцию **Цель оптимизации**.

Пиктограммы **Результатов**, объявленных целями оптимизации, выглядят так: .

Таблица параметров оптимизации



Чтобы открыть таблицу параметров оптимизации, нажмите на пиктограмму **Параметры оптимизации** в **Инструментальной панели** KompasFlow.

Таблица параметров оптимизации содержит две таблицы: **Параметры** и **Цели**, которые соответственно содержат список параметров и список целей оптимизации.

Данные из этих таблиц передаются в приложение Оптимизация IOSO-K.

Ниже приведены элементов в таблице параметров оптимизации.

Таблица Параметры

Наименования столбцов:

Имя	Имя выбранного параметра оптимизации. Имя можно изменять, при этом оно должно оставаться уникальным и не совпадать с именем другого Параметра. Допустимо использование как латиницы (букв английского алфавита), так и кириллицы (букв русского алфавита), а также цифр с пробелами. Использовать специальные символы (например, № или #) в имени параметра невозможно.
Значение	Значение выбранного параметра оптимизации, заданное в панели свойств соответствующего элемента дерева проекта.
Путь	Путь к выбранному параметру оптимизации в дереве проекта в формате "Начальные условия - Параметр" или "Граничное условие - Физическая величина::Параметр" .
Переменная КОМПАС 3D	Переменная КОМПАС-3D, связываемая с выбранным параметром оптимизации

Экранные кнопки в таблице *Параметры*:

	Связать с переменной Компас 3D	Связать выбранный параметр оптимизации с переменной КОМПАС-3D.
	Разорвать связь с переменной Компас 3D	Разорвать связь выбранного параметра оптимизации и переменной КОМПАС-3D.
	Удалить	Удалить выбранный параметр оптимизации. При удалении необходимо подтвердить свой выбор (появится сообщение "Вы точно хотите удалить параметр оптимизации?"). После удаления параметра оптимизации также будет снято его выделение розовым цветом в дереве проекта .

Таблица Цели

Наименования столбцов:

Имя	Имя выбранной цели оптимизации. Имя можно изменять: для переименования сделайте двойной щелчок мышью по названию; после ввода нового имени на клавиатуре нажмите клавишу Enter.
	<p>! Допустимо использование только латиницы (букв английского алфавита) и цифр без пробелов, например: Res1 или Goal2.</p> <p>В имени параметра нельзя использовать кириллицу (буквы русского алфавита), специальные символы (например, № или #) и пробелы, в противном случае при попытке связи Цели с переменной будет появляться ошибка "Недопустимое имя переменной".</p> <p>Имя должно быть уникальным и не совпадать с именем другой Цели. Для избежания проблем с уникальностью имен Целей и Параметров в формате Result1, Result2 рекомендуется использовать нижнее подчеркивание: Result_1, Result_2</p>
Путь	Путь к выбранной цели оптимизации в дереве проекта в формате "Результат - Результат #N".
Переменная КОМПАС 3D	Переменная КОМПАС-3D, связываемая с выбранной целью оптимизации.
Значение	Значение выбранной цели оптимизации. Для ввода значения сделайте двойной щелчок мышью в этом поле

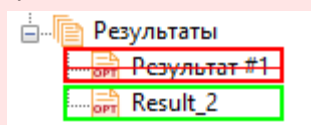
Экранные кнопки в таблице *Цели*:

	Связать с переменной Компас 3D	Связать выбранную цель оптимизации с переменной КОМПАС-3D.
	Разорвать связь с переменной Компас 3D	Разорвать связь выбранной цели оптимизации и переменной КОМПАС-3D.
	Обновить значения переменных Компас 3D	Обновить значения переменных КОМПАС-3D. Это действие может применяться только при подключении к решателю (в противном случае будет выдано сообщение "Нет подключения к решателю")
	Удалить	Удалить выбранную цель оптимизации. Программа попросит подтвердить это (появится сообщение "Вы точно хотите удалить цель оптимизации?"). После удаления цели оптимизации пиктограмма соответствующего элемента Результат #N в дереве проекта изменится (вместо снова будет).

! При создании имя создаваемой Цели копируется из имени соответствующего [Результата](#) в дереве проекта ("Результат #1", "Результат #2" и т.д.). Поскольку это имя противоречит требованию

программы для связи с переменной, то для для корректной работы сделайте следующее (на выбор):

- при создании нового Результата задайте имя, которое будет соответствовать требованиям для имени Цели (латиница и цифры без пробелов, спец. символов и кириллицы);



- либо после создания Цели перейдите в Таблицу параметров оптимизации и переименуйте созданную Цель (напишите название латинскими буквами, удалите пробел и символ "#")

Цели: 🔗 🔗 🔗

Имя	Путь	Переменная Kompas 3D	Значение
Результат #1	Результат - Результат #1		
Result2	Результат - Result2		
Result3	Результат - Result3	kfout_Result3	0

Если имя Цели соответствует указанным требованиям, но связь всё равно не создается, то, вероятнее всего, имя не уникальное. Задайте другое имя и снова попробуйте создать связь.

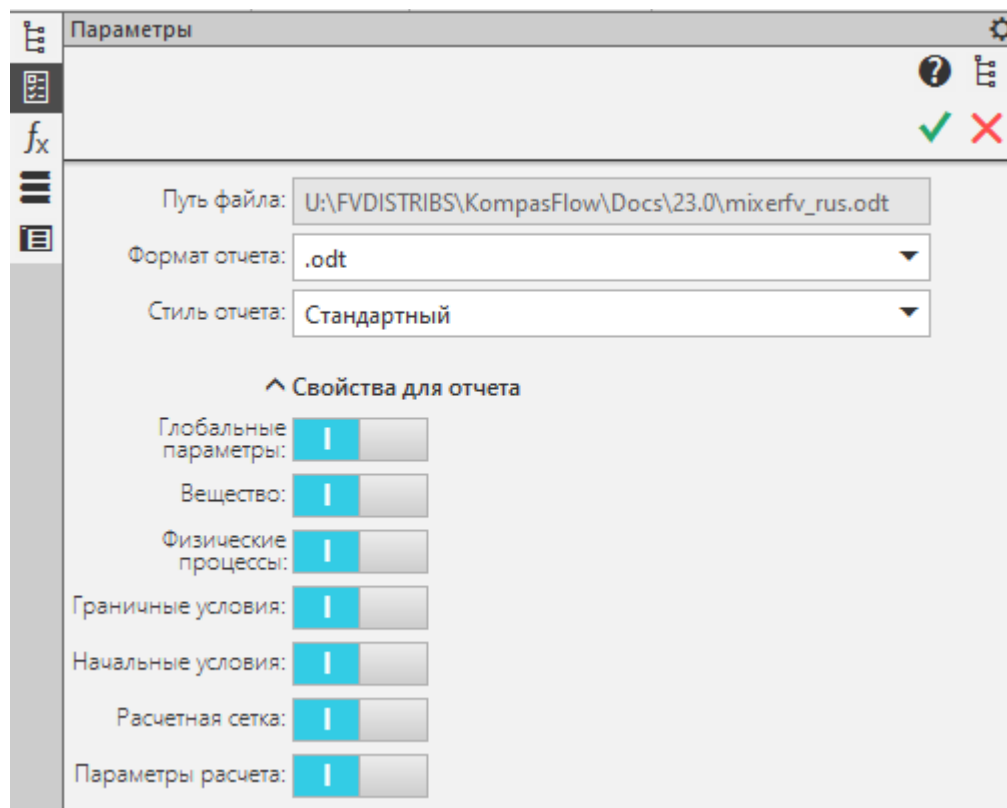
5.8 Создание отчетов

Программа может генерировать автоматические отчеты, содержащие основную информацию по проекту. Такие автоматические отчеты можно использовать в качестве первого шага для создания содержательного отчета, дополненного более подробной информацией.



Автоматический отчет может генерироваться в различных форматах (.odt, .pdf), в различных стилях (**Стандартный**, **ГОСТ**) и будет содержать требуемые группы информации из проекта и снимок экрана.


Для генерации отчета примените команду **Создать отчет**  в **инструментальной панели** **Дополнительные команды**.

Откроется форма для задания параметров автоматического отчета:



Опции для генерации автоматического отчета

Путь файла	Путь к файлу, в котором будет содержаться сгенерированный отчет. Это поле информационное и не может быть изменено.
Формат отчета	Формат файла отчета. Возможные варианты: <ul style="list-style-type: none"> • .odt • .pdf
Стиль отчета	Стиль отчета. Возможные варианты: <ul style="list-style-type: none"> • Стандартный • ГОСТ
Свойства для отчета	<p>Эти настройки определяют информацию, которая будет включена в отчет (также отчет будет содержать снимок экрана). Рядом с названием каждого вида информации, которую можно включить в отчет, имеется элемент-переключатель:</p> <ul style="list-style-type: none"> •  – включать информацию в автоматический отчет. •  – не включать информацию в автоматический отчет. <p>Для изменения состояния переключателя нажмите на него мышкой. Имеются следующие виды информации из проекта, которые можно включать либо не включать в отчет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Глобальные параметры • Вещество • Физические процессы • Граничные условия • Начальные условия • Расчетная сетка • Параметры расчета

Задав все необходимые параметры, нажмите на пиктограмму . Программа сгенерирует отчет с указанными параметрами в папке, указанной в поле Путь файла.

Пример автоматического отчета

Имя проекта: msksoft_gas
Версия KompasFlow: 23.6.1
Дата: 03.05.2024 14:40:34

1 Глобальные параметры

Объемное давление	101000
Объемная температура	273
Вектор гравитации	(0, 0, 0)
Учет гидростатика	Нет
Толерантность глоб. вх.	1e-8
Высокая задержка	Нет

2 Вещество

Агрегатное состояние	Газ
Газ или жидкий газ	Да
Молярная масса	0.029
Вязкость	2e-5
Теплопроводность	0.022
Удельная теплоемкость	1000

3 Физические процессы

Уравнение движения	Да
Турбулентность	Нет
Уравнение теплопереноса	Нет

4 Граничные условия

4.1 Граничные условия

Имя грани	Граничные условия
Цвет	
Тип ГУ	Сетка
Шероховатость	0

4.2 Граничные условия #1

Имя грани	Граничные условия #1
Цвет	
Тип ГУ	Вход/Выход

4.2.1 Выходные

4.2.1.1 Скорость

Скорость	Нормальная массовая скорость
Пиктограмма	1

5 Начальные условия

Скорость	(0, 0, 0)
----------	-----------

Давление

0

6 Расчетная сетка

Адаптация по решению

Нет

6.1 Начальная сетка

nx	10
ny	10
nz	10

7 Параметры расчета

Способ	Числом CFL
CFL	10
Мин. шаг по времени	0.1
Максимальное время	10
Частота сохранения	50

8 Снимок экрана

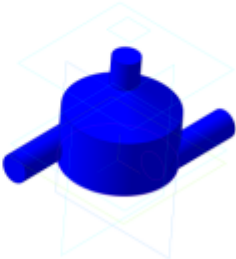


Рисунок 1 - Снимок экрана

6 Решение проблем

[Возможные проблемы](#)

[Предупреждения и сообщения об ошибках](#)





[Техническая поддержка](#)

6.1 Возможные проблемы

Проблема	Рекомендации
Некорректная работа с одним документом в нескольких окнах	Не рекомендуется работать с одним документом в нескольких окнах из-за возможного конфликта изменений
Изменения в геометрии модели не всегда отображаются в KompasFlow	После модификации геометрии рекомендуется запускать её ручную проверку.
Иногда изменения геометрии (масштабирование, перемещение) могут изменить параметры граничных условий.	После модификации геометрии рекомендуется проверить и при необходимости скорректировать параметры граничных условий.

В случае появления окна с предупреждением или сообщением об ошибке см. раздел [Предупреждения и сообщения об ошибках](#).

6.2 Предупреждения и сообщения об ошибках

Сообщение	Рекомендации
Не удалось найти подходящее тело для создания CFD-задачи	Сообщение выдается если программа не смогла обнаружить топологически сшитое тело в геометрической модели. Если из имеющихся отдельных поверхностей можно сшить тело, примените в инструментальной панели КОМПАС-3D Каркас и поверхности  команду Сшивка поверхностей  .
Данные предыдущего расчета будут потеряны! Продолжить?	Это предупреждение выдается перед запуском расчета с нуля при помощи команды Запуск расчета  . При выборе ответа Нет или Отменить появится возможность загрузить сохраненные данные расчета при помощи команды Открыть решение  .
Задача была сохранена для другой версии геометрии	Уведомление появляется при запуске программы в случае, если были внесены изменения в геометрию. В проекте отслеживается версия геометрии на основе геометрических параметров граней. Для каждой грани данные записываются в m3d -файл вместе с задачей для отслеживания изменений, которые могли произойти вне работы программы. При запуске на расчет версия геометрии отправляется на солвер и хранится в файлах проекта. На новые грани устанавливается первое граничное условие Стенка , либо, при отсутствии такового граничного условия, устанавливается первое граничное условие, имеющееся в проекте.

Изменилась геометрия модели, отключаемся от солвера	Уведомление появляется в случае, если были внесены изменения в геометрию при подключенном солвере. При этом происходит отключение от солвера.
Данные расчета были созданы для другой версии геометрии, подключение запрещено!	Уведомление появляется, если не совпадают версии геометрии при попытке загрузить данные расчета. Сравнение происходит между текущей версии геометрии и той, с которой производился расчет.

6.3 Техническая поддержка

При необходимости обращайтесь в службу технической поддержки КОМПАС-3D.

Пожелания и предложения по работе KompasFlow только приветствуются, передавайте их в службу технической поддержки КОМПАС-3D.