|  |
| --- |
| Приложение. Описание программы meshGen автоматического построения пространственных расчётных сеток для задач расчёта внешнего обтекания и уноса |
|  |

|  |
| --- |
| **ЦНИИМАШ** |
|  |
| Тихонычев П.С. |
| 31.01.2017 |

|  |
| --- |
| Королёв 2017г. |

Оглавление

[1. Введение 1](#_Toc475355504)

[2. Входные и выходные файлы модулей программы 1](#_Toc475355505)

[3. Описание файла настроек 5](#_Toc475355506)

[4. Установка программы 8](#_Toc475355507)

[5. Примеры использования 9](#_Toc475355508)

# Введение

Для автоматического создания пространственных слоистых сеток была создана программа, основанная на методах, описанных в основной части работы. Она представляет из себя набор модулей, созданных для решение небольших завершённых задач. При умелом использовании можно с их помощью строить пространственные сетки снаружи и внутри тела, адаптировать сетки к решению, сращивать сетки и записывать их в разных форматах. Так же модули могут быть использованы в программных комплексах. При желании могут быть созданы новые модули и реализованы новые методы на базе данной программы.

Здесь будут описаны входные и выходных файлы модулей, настроечные файлы, а также будут приведены примеры использования модулей.

# Входные и выходные файлы модулей программы

1. meshGenAbMesh



Рис. 2.1 Поток данных meshGenAbMesh

Использование:

meshGenAbMesh surface.off settings 3d.bin

Применение:

используется для построения сетки для расчёта уноса, или любой сетки фиксированной толщины.

1. meshGenAbSurface



Рис. 2.2 Поток данных meshGenAbSurface

Использование:

meshGenAbSurface 3d.bin p\_nodal new\_surface.off

Применение:

используется для получения новой поверхности тела после уноса и поточечной величины уноса.

1. meshGenAdapt



Рис. 2.3 Поток данных meshGenAdapt

Использование:

meshGenAdapt 3d.bin settings

Применение:

используется для получения оптимальной длины образующих для данного поля решения.

1. meshGenBinTo3d



Рис. 2.4 Поток данных meshGenBinTo3d

Использование:

meshGenBinTo3d 2d.bin settings 3d.bin

Применение:

используется для построения сетки для внешнего обтекания.

1. meshGenChangeProfile



Рис. 2.5 Поток данных meshGenChangeProfile

Использование:

meshGenChangeProfile 3d.bin settings

Применение:

используется для применения длин образующих и разбивания образующих на отрезки

1. meshGenConvert



Рис. 2.6 Поток данных meshGenConvert

Использование:

meshGenConvert a.\* b.\*

Применение:

используется для преобразования файлов, содержащих поверхностные сетки, в другой формат.

1. meshGenCreateLengths



Рис. 2.7 Поток данных meshGenCreateLengths

Использование:

Применение:

используется для создания файла, содержащего длины образующих, основывающихся на настройках meshGenBinTo3d.

meshGenCreateLengths mesh.bin settings

1. meshGenMergeOutIn



Рис. 2.8 Поток данных meshGenMergeOutIn

Использование:

meshGenMergeOutIn out.bin in.bin settings merged.bin

Применение:

используется для стыковки унесённой области тела к сетке, построенной для расчёта внешнего обтекания.

1. meshGenNMesh



Рис. 2.9 Поток данных meshGenNMesh

Использование:

meshGenNMesh surface.off settings out.bin

Применение:

используется для быстрого построения сетки по нормали к телу основываясь на настройках meshGenBinTo3d.

1. meshGenStl2Bin



Рис. 2.10 Поток данных meshGenStl2Bin

Использование:

meshGenStl2Bin surface.stl settings 2d.bin

Применение:

используется для рассекания сетки плоскостью и получения источника заряда.

1. meshGenCreateCase



Рис. 2.11 Поток данных meshGenStl2Bin

Использование:

meshGenCreateCase

Применение:

используется для создания необходимых директорий и стандартного файла настроек, достаточных для запуска любого из модулей.

# Описание файла настроек

Образец файла настроек может быть получен исполнением команды **meshGenCreateCase**. Он состоит из нескольких блоков, каждый из которых начинается с определённой строки. На данный момент их шесть: changeProfile\_options, MMPE\_options, cut\_options, findWave\_options, OFMesh\_options, abmesh\_options.

| Название настройки | Область применимости | Описание |
| --- | --- | --- |
| **changeProfile\_options** | | |
| lengthFile | meshGenChangeProfile  meshGenMergeOutIn | Имя файла, содержащего длины каждой образующей.  Не обязательно для meshGenChangeProfile.  Имя обязательно для meshGenMergeOutIn. |
| nLengthRel | meshGenChangeProfile  meshGenMergeOutIn | Устаревшее. Установить нулём. |
| profileFile | meshGenChangeProfile  meshGenMergeOutIn | Обязательный файл.  Имя файла, содержащее информацию о том, как разбить образующие (далее profile)  Два варианта задания пяти одинаковых слоёв:  1)  1  1  1  1  1  2)  1 5 |
| createProfile? | meshGenChangeProfile | Перезаписать profile? 0 - нет, другие целые - да. |
| **MMPE\_options** | | |
| approxLength | meshGenBinTo3d  meshGenCreateLengths | Четыре действительных числа. Первое - толщина сетки в безразмерных единицах. Второе и третье - относительные толщины сетки на носике и задней кромке. Четвёртое - степень полинома роста толщины сетки по длине тела.  Подробнее в файле private\_utils.cpp, описание функции Stl\_io::get\_lengths |
| lBL | meshGenBinTo3d | Часть толщины сетки, приходящаяся на сгущение к поверхности |
| nBL | meshGenBinTo3d | Количество ячеек, приходящее на сгущение к поверхности |
| mBL | meshGenBinTo3d | Множитель роста толщины в сгущении у поверхности |
| lSW | meshGenBinTo3d | Часть толщины сетки, приходящаяся на сгущение к внешней границе |
| nSW | meshGenBinTo3d | Количество ячеек, приходящее на сгущение к внешней границе |
| mSW | meshGenBinTo3d | Множитель роста толщины в сгущении у внешней границе |
| q=s^a,a= | meshGenBinTo3d  meshGenAbMesh | Степень зависимости заряда точки от площади треугольника, её содержащего (единица соответствует постоянной поверхностной плотности) |
| E=q/(r^b),b= | meshGenBinTo3d  meshGenAbMesh | Степень изменения силы поля от расстояния до точки (2.0 соответствует силе Кулона. |
| nLengthRel | meshGenBinTo3d  meshGenAbMesh  meshGenNMesh | Сглаживание слоёв. Три числа. Первый - число сглаживаний. Второй - жёсткость направляющих на сжатие, третий - жёсткость на изгиб  Для внешнего обтекания первое число рекомендуется занулить. |
| nLayers | meshGenBinTo3d  meshGenAbMesh  meshGenNMesh | Количество слоёв сетки. Целое число. Отрицательные числа используются для разворота всех нормалей тела. (в модуле meshGenAbMesh  используется только знак этого параметра) |
| lengthFile | meshGenBinTo3d  meshGenNMesh | Имя файла, содержащего длины образующих. Если файла нет, будет использованы параметры approxLength |
| profileFile | meshGenBinTo3d  meshGenNMesh | Имя файла, содержащее информацию о том, как разбить образующие (далее profile)  Два варианта задания пяти одинаковых слоёв:  1)  1  1  1  1  1  2)  1 5  Если файла нет, будут использованы параметры с lBL по mSW |
| createProfile? | meshGenBinTo3d  meshGenNMesh | Перезаписать profile? 0 - нет, другие целые - да. |
| firstLayer | meshGenBinTo3d  meshGenAbMesh  meshGenNMesh | Первый слой объёмной сетки строится по нормали к поверхности. Удалить его - "0", оставить - иные целые |
| **cut\_options** | | |
| normal | meshGenBinTo3d  meshGenCreateLengths  meshGenStl2Bin | Три вещественных числа.  Для модулей meshGenBinTo3d и meshGenCreateLengths определяют продольное направление тела.  Для модуля meshGenStl2Bin является вектором нормали плоскости отсечения поверхностной сетки. |
| point\_on\_plane | meshGenStl2Bin | Точка на плоскости отсечения поверхностной сетки |
| cs | meshGenStl2Bin | Минимальная высота достраиваемых треугольников после отсечения поверхностной сетки |
| **findWave\_options** | | |
| extraCellsMul | meshGenAdapt | Желаемая толщина сетки на носике после адаптации. Измеряется в толщинах ударного слоя носике |
| fieldFileName | meshGenAdapt | Имя файла, содержащего поле в точках сетки |
| outputFileName | meshGenAdapt | Имя выходного файла, в который будут записаны длины образующих |
| eps\_field/inlet | meshGenAdapt | Чувствительность к ударной волне. Положение ударной волны определяется для каждой образующей относительным отклонением поля от значения на внешней границе |
| made | meshGenAdapt | Источник файла. 0 - поле записанное в каждой точке сетки, 1 - поле записанное в каждой точке (в случае, когда нумерация точек OpenFOAM отличается от исходной сетки) |
| TOL | meshGenAdapt  meshGenMergeOutIn | Точность сравнения точек в случае, когда параметр made выставлен 1 |
| nRel | meshGenAdapt | Количество операций сглаживания внешней границы |
| elas | meshGenAdapt | Коэффициент связи внешней границы с начальным её положением в процедуре сглаживания |
| maxLength | meshGenAdapt | Желаемая толщина сетки на задней кромке тела. Измеряется в толщинах ударного слоя носике |
| iterLimit | meshGenAdapt | Устаревшее. Оставить по умолчанию |
| **OFMesh\_options** | | |
| default | meshGenBinTo3d  meshGenAbMesh  meshGenNMesh  meshGenChangeProfile | Если 0, для названия поверхности в сетке OpenFOAM используется параметр wall. Иначе используются имена, которые были в .stl файле |
| wall | meshGenBinTo3d  meshGenAbMesh  meshGenNMesh  meshGenChangeProfile | Имя границы тела. Действует, когда default равен 0 |
| inlet | meshGenBinTo3d  meshGenAbMesh  meshGenNMesh  meshGenChangeProfile | Имя входной границы |
| outlet | meshGenBinTo3d  meshGenAbMesh  meshGenNMesh  meshGenChangeProfile | Имя выходной границы. Если совпадает с параметром inlet, и сетка построена на замкнутом теле, зоны inlet и outlet будут объединены. |
| **abmesh\_options** | | |
| l\_u | meshGenAbMesh | Толщина сетки снаружи тела |
| l\_d | meshGenAbMesh | Толщина сетки внутри тела |
| n\_u | meshGenAbMesh | Количество слоёв снаружи тела |
| n\_d | meshGenAbMesh | Количество слоёв внутри тела |
| file | meshGenAbMesh | Имя файла, содержащего поля на поверхности. Используется для заполнения полей OpenFOAM |

# Установка программы

Программа может быть установлена на компьютер с операционной системой из семейства Linux и установленным на ней пакетом программ CUDA 7.0.

Для установки необходимо выполнить команду make в директории source. При удачном выполнении данной команды будет создана папка ../build в которой будут находится готовые модули программы. Для их использования в виде, показанном в части 1, необходимо добавить эту папку в переменную среды окружения PATH. Для этого можно, например, добавить следующую строку в конец файла $HOME/.bashrc.

PATH=/path/to/meshgen/build:$PATH

И выполнить следующую команду.

source ~/.bashrc

# Примеры использования

1. Построение сетки для расчёта невязкого обтекания

meshGenStl2Bin surface.stl settings 2d.bin

meshGenBinTo3d 2d.bin settings 3d\_out.bin

1. Адаптация внешней границы сетки

meshGenAdapt 3d\_out.bin settings

meshGenChangeProfile 3d\_out.bin settings

1. Изменение сетки для расчёта вязкого обтекания

meshGenChangeProfile 3d\_out.bin settings

1. Построение сетки для задачи уноса

meshGenConvert surface.stl surface.off

meshGenAbMesh surface.off settings 3d\_in.bin

1. Сращивание внешней сетки и части внутренней сетки

meshGenAbSurface 3d\_in.bin p\_nodal trash.off

meshGenMergeOutIn 3d\_out.bin 3d\_in.bin settings 3d\_merged.bin

1. Построение сетки для расчёта обтекания с донной областью

meshGenConvert surface.stl 2d.bin

cp 2d.bin meshGen/phantom.bin

meshGenBinTo3d 2d.bin settings 3d.bin