

## ПРИМЕР: НАГРУЖЕННАЯ БАЛКА

Эффективное использование открытых пакетов SALOME, CalculiX, OpenFOAM для создания расчётных сеток в задачах МСС

Калиш С.А. (НИЦ «Курчатовский институт»)

Крапошин М.В. (НИЦ «Курчатовский институт»)

Тагиров А.М. (НИЦ «Курчатовский институт»)

Сибгатуллин И.Н. (НИИ механики МГУ им.  
Ломоносова)

Стрижак С.В. (МГТУ им. Баумана)



# ПРИМЕР: НАГРУЖЕННАЯ БАЛКА

## Пример 1. Балка

Сечение: 1x1 м

Длинна: 10 м

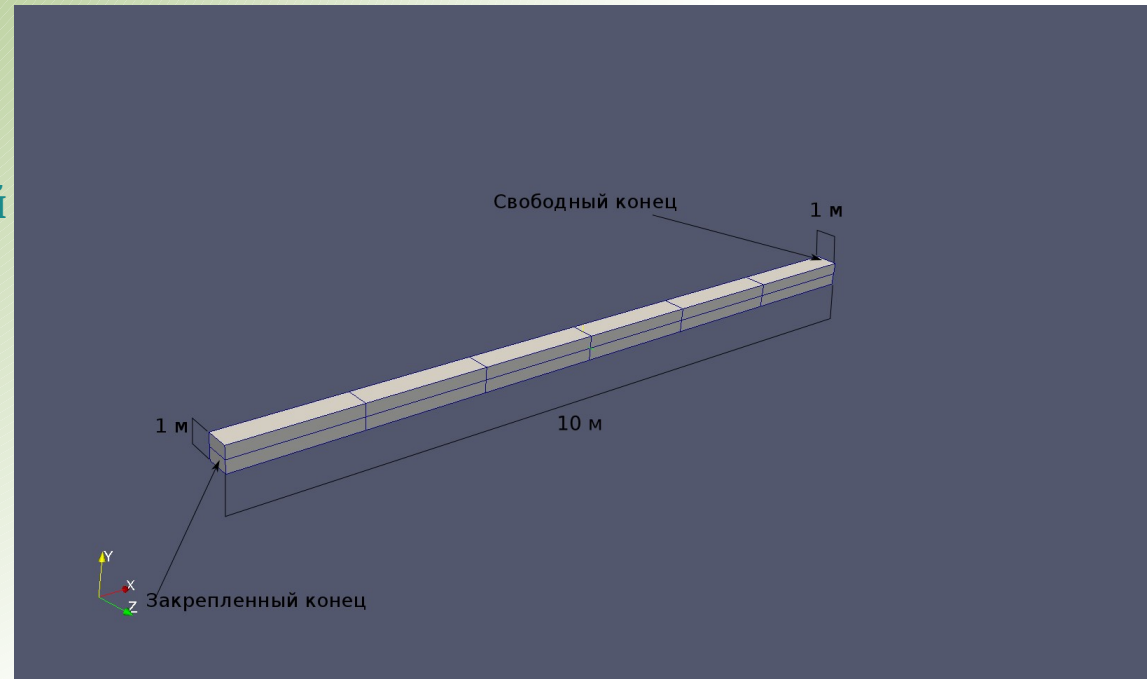
Один конец жестко закреплен, второй свободный.

В области упругости смещение  $y$  консольно закреплённой балки при нагрузке  $F$  на торце вычисляется как

$$y = \frac{F x^2}{6 E J} (3 L - x)$$

Момент инерции сечения  $J$

$$J = \frac{a^4}{12}$$



# ПРИМЕР: НАГРУЖЕННАЯ БАЛКА

## Построение сетки с помощью утилиты BlockMesh

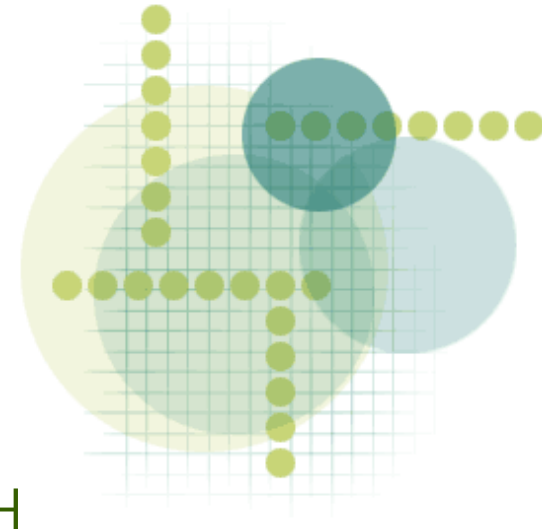
Редактируем файл blockMeshDict:

Раздел vertices:

```
(0 0 0)  
(10 0 0)  
(10 1 0)  
(0 1 0)  
(0 0 1)  
(10 0 1)  
(10 1 1)  
(0 1 1)
```

Раздел blocks:

```
hex (0 1 2 3 4 5 6 7) (6 2 1) simpleGrading (1.0 1.0 1.0)
```





# ПРИМЕР: НАГРУЖЕННАЯ БАЛКА

## Построение сетки с помощью утилиты BlockMesh

Раздел boundary:

```
zfaces
{
    type patch;
    faces
    (
        (0 1 2 3) (4 5 6 7)
    );
}
```

```
yfaces
{
    type patch;
    faces
    (
        (0 1 5 4) (2 3 7 6)
    );
}
```

```
fixed
{
    type patch;
    faces
    (
        (0 3 7 4)
    );
}
```

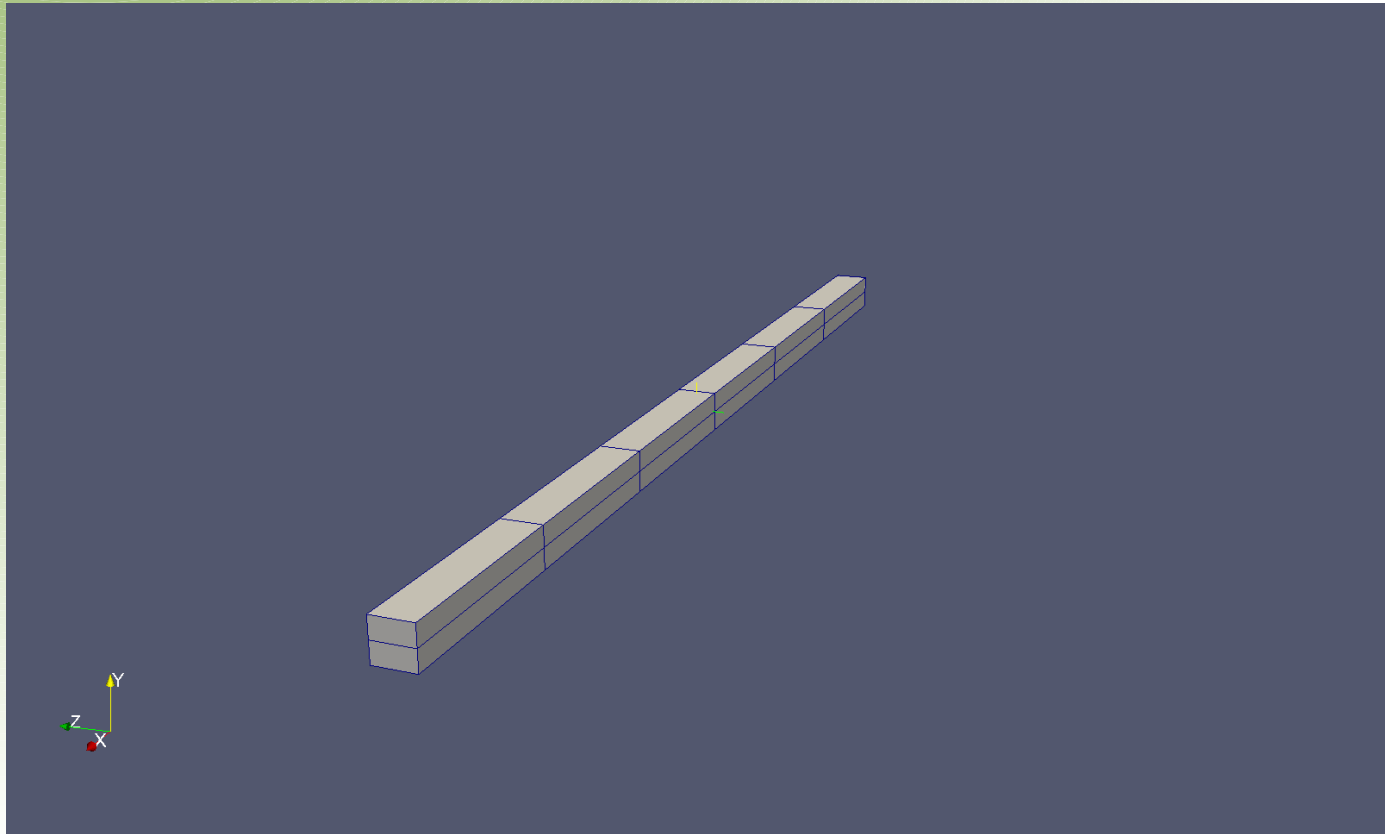
```
traction
{
    type patch;
    faces
    (
        (1 2 6 5)
    );
}
```



# ПРИМЕР: НАГРУЖЕННАЯ БАЛКА

## Построение сетки с помощью утилиты BlockMesh

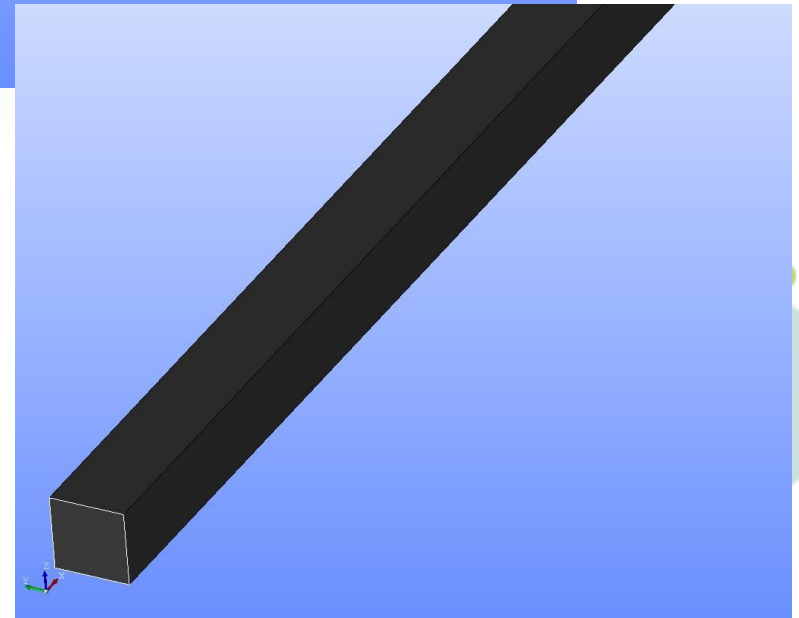
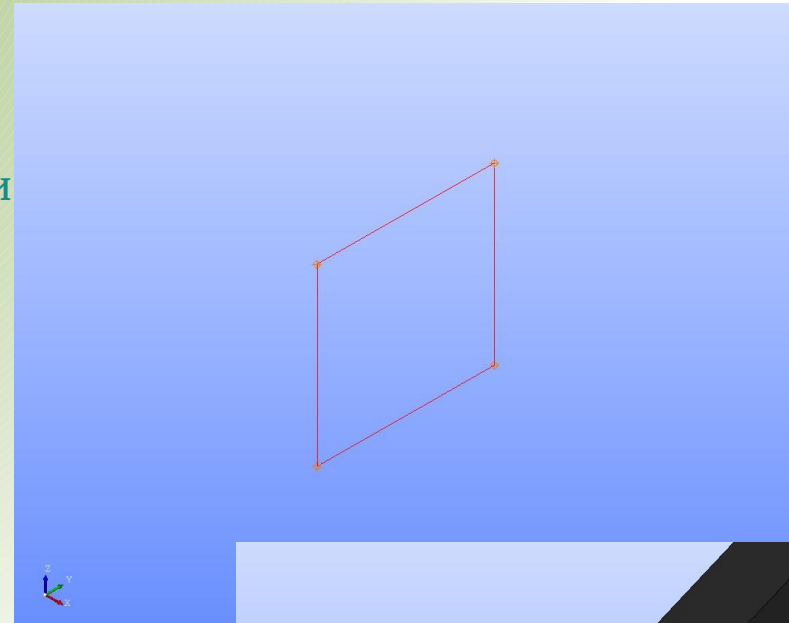
После подготовки файла *blockMeshDict* переходим в корневую папку примера и запускаем команду *blockMesh*.



# ПРИМЕР: НАГРУЖЕННАЯ БАЛКА

## Построение сетки в SALOME

- Командой **create a point** создаем точки с координатами (0 1 0), (0 1 1) и (0 0 1).
- Командой **create a line** по построенным точкам и началу координат строим линии.
- Командой **build face** строим грань
- Применяем к грани операцию **extrusion**, и вытягиваем грань вдоль оси  $X$  на 30.

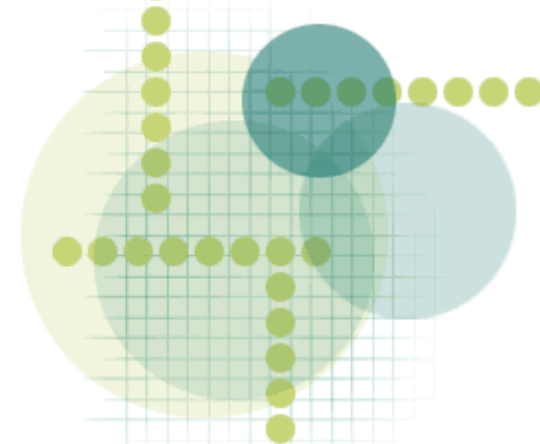
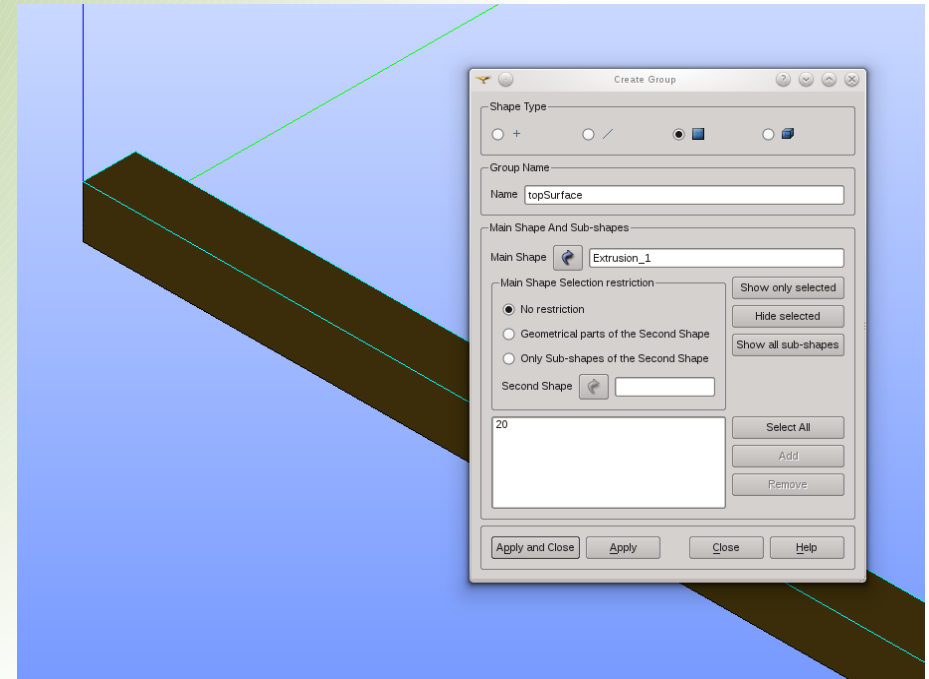


# ПРИМЕР: НАГРУЖЕННАЯ БАЛКА

## Построение сетки в SALOME

Применяем операцию *create group* и создаем следующие группы:

- группа ребер ***H*** содержит одно ребро параллельное оси ***Z***
- группа ребер ***L*** содержит одно ребро параллельное оси ***X***
- группа поверхностей ***yfaces*** содержит поверхности с нормалью вдоль оси ***Y***.
- группа поверхностей ***zfaces*** содержит поверхности с нормалью вдоль оси ***Z***.
- группа поверхностей ***fixed*** содержит торец балки
- группа поверхностей ***traction*** содержит второй торец балки

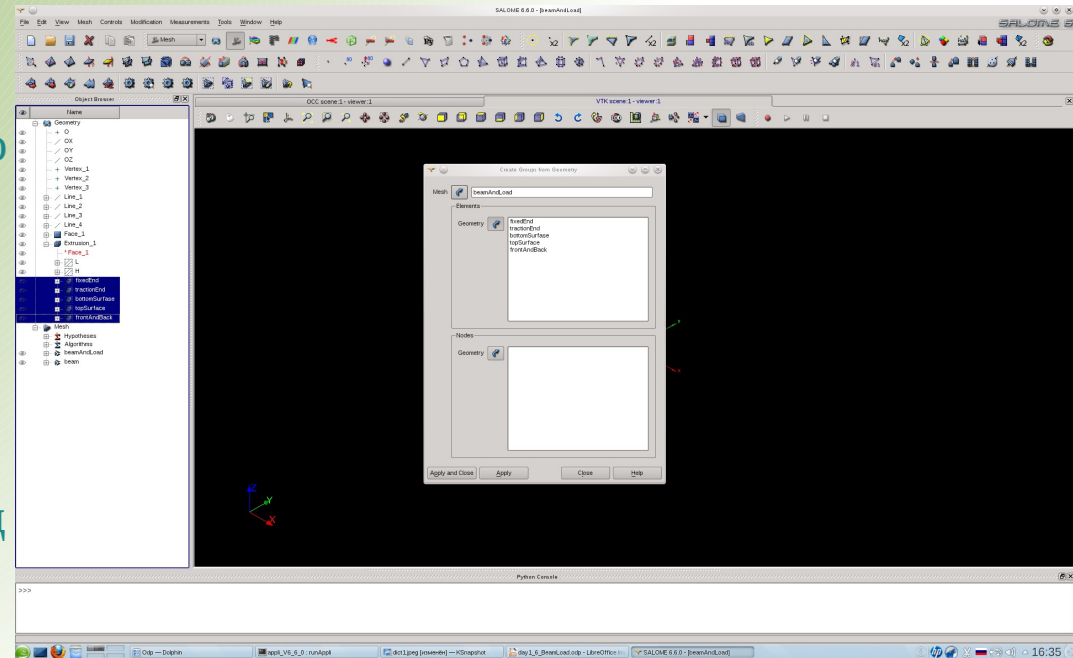




# ПРИМЕР: НАГРУЖЕННАЯ БАЛКА

## Построение сетки в SALOME

- Переходим в модуль *mesh*
- Командой *create Mesh* создаем сетку со следующими параметрами:
  - Geometry* – *Extrusion\_1*
  - 3D algorithm* – *Hexaedral (i,j,k)*
  - 2D algorithm* – *Quadrangle(mapping)*
  - 1D algorithm* – *Wire Discretization*
  - 1D Hypothesis* – *Nb.Segments = 1*
- Командой *create Sub-Mesh* создаем под сетки:
  - H* – *Nb.Segments = 2*
  - L* – *Nb.Segments = 2*
- Командой *Create Group from Geometry* добавляем группы поверхностей
- Применяем команду *Compute*, а затем *export* → *UNV file*
  - H* – *Nb.Segments = 2*

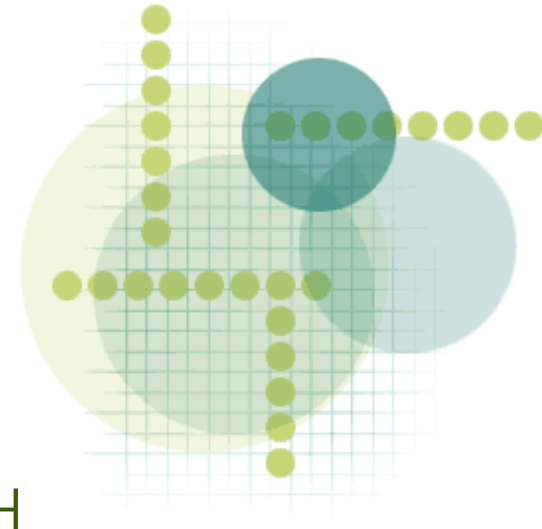




# ПРИМЕР: НАГРУЖЕННАЯ БАЛКА

## Построение сетки в SALOME

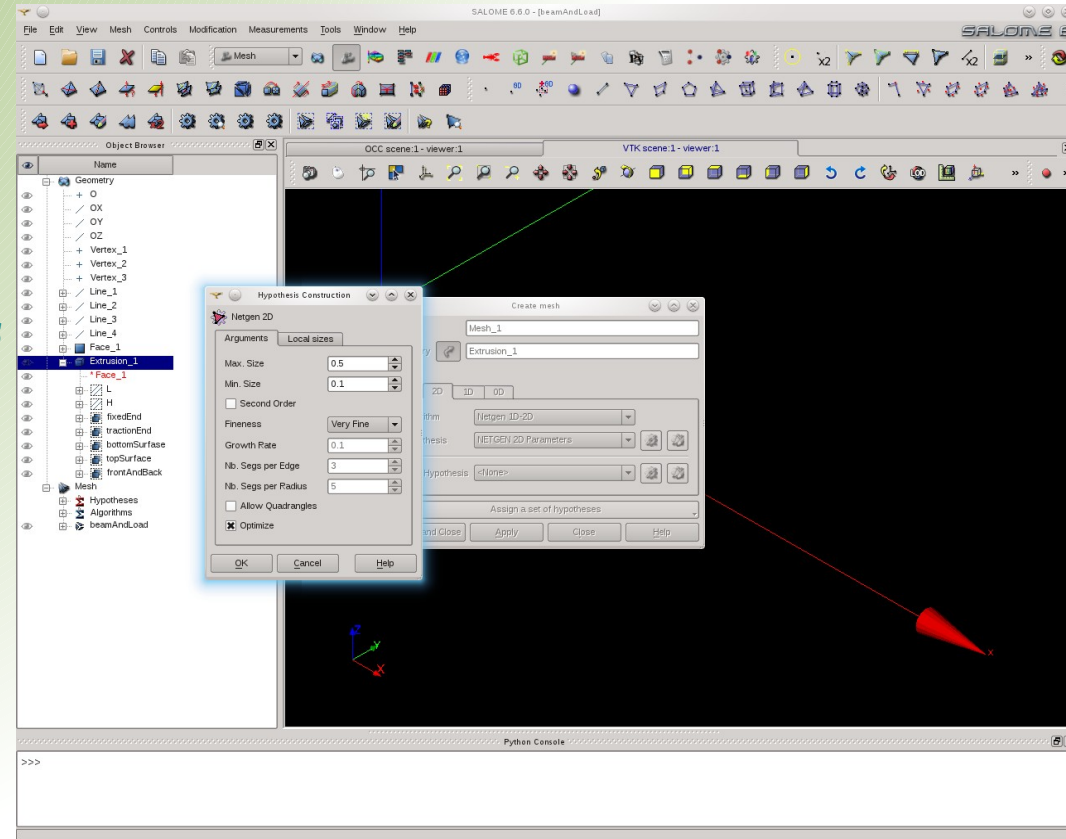
- Заходим в консоль и переходим в папку примера, куда мы сохранили UNV файл.
- Используем утилиту *IdeasUnvToFoam Mesh\_1.unv*
- Переходим в папку *constant/polyMesh* и в файле *boundary* задаем следующие типы поверхностей:  
*topSurface, bottomSurface, fixedEnd, tractionEnd – patch*  
*frontAndBack – empty*



# ПРИМЕР: НАГРУЖЕННАЯ БАЛКА

## Построение сетки в snappyHexMesh

- Используя геометрию из предидущего раздела строим сетку с параметрами:  
*2D algorithm – Netgen 1D-2D*  
*2D Hypothesis – Netgen 2D parameters*  
*Max. Size = 0,5*  
*Min. Size = 0,1*  
*Fineness – Moderate*
- Создаем группы поверхностей
- Каждую группу экспортируем в отдельный STL-файл
- Объединяем все STL-файлы в один, задав в каждом имя региона



# ПРИМЕР: НАГРУЖЕННАЯ БАЛКА

- В разделе *geometry* делаем следующую запись:

*beam.stl*

```
{  
  type triSurfaceMesh;  
  name beam;  
  regions  
  {  
    yfaces  
    {  
      name yfaces;  
    }  
    zfaces  
    {  
      name zfaces;  
    }  
    fixed  
    {  
      name fixed;  
    }  
    traction  
    {  
      name traction;  
    }  
  }  
}
```





# ПРИМЕР: НАГРУЖЕННАЯ БАЛКА

В разделе *refinementSurfaces* можно задать уровень улучшения как для всей STL поверхности, так и для отдельных регионов:

```
beam
{
  level (3 3);
  regions
  {
    fixed
    {
      level (4 4);
    }
    traction
    {
      level (4 4);
    }
  }
}
```

