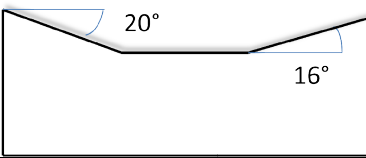


Лабораторная работа №3 «Генерация двумерной сетки»

ЗАДАНИЕ. Сгенерировать в заданной области структурированные конечно-разностную (КР) и конечно-объемную (КО) сетки. Варианты задания приведены в таблице:

Вар.	Схема области	Вар.	Схема области
1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	
11		12	

№ вар.	Схема области	№ вар.	Схема области
13		14	

15		16	Перевернутая схема варианта №1, причем и верхняя и нижняя границы – стенки
17	Перевернутая схема варианта №2, причем и верхняя и нижняя границы – стенки	18	Перевернутая схема варианта №3, причем и верхняя и нижняя границы – стенки
19	Перевернутая схема варианта №4, причем и верхняя и нижняя границы – стенки	20	Перевернутая схема варианта №5, причем и верхняя и нижняя границы – стенки
21	Перевернутая схема варианта №6, причем и верхняя и нижняя границы – стенки		Перевернутая схема варианта №7, причем и верхняя и нижняя границы – стенки

Во всех вариантах $D = 1$ м, $L = 3D$.

УКАЗАНИЯ. 1) Для создания КР-сетки используйте как основу программу «Mesh2», которая генерирует структурированную сетку в расчетной области с верхней $y_v(x) = 0.5 + 0.1x^2$ и нижней $y_n(x) = 0.05 + 0.05 \sin(3\pi x)$ границами типа «стенка» комбинацией метода сгущения к обеим границам

$$\begin{cases} x = \xi, \\ \frac{y}{H} = \frac{(2\alpha + \beta)B^{\frac{\eta-\alpha}{1-\alpha}} + 2\alpha - \beta}{(2\alpha + 1)(B^{\frac{\eta-\alpha}{1-\alpha}} + 1)}, \quad B = \frac{\beta + 1}{\beta - 1}, \quad 1 < \beta < \infty \end{cases}$$

при $\alpha = 1/2$ ($\alpha = 0$ – сгущение только к верхней границе) и алгебраического метода

$$\begin{cases} x = x_n(\xi)(1 - \eta) + x_v(\xi)\eta, \\ y = y_n(\xi)(1 - \eta) + y_v(\xi)\eta. \end{cases}$$

Для сгущения сетки только к нижней границе используется отображение

$$\begin{cases} x = \xi, \\ \frac{y}{H} = \frac{(\beta + 1) - (\beta - 1)B^{1-\eta}}{1 + B^{1-\eta}}. \end{cases}$$

Текст программы «Mesh2» и дополнительных процедур приведен ниже.

```

program mesh2
use GrafLib
parameter(Nx=51,Ny=51)
dimension x(Nx),y(Nx,Ny),xi(Nx),et(Ny)
real Jac(Nx,Ny)
dxi=1./(Nx-1)
do i=1,Nx
  xi(i)=(i-1)*dxi
end do
x=xi
det=1./(Ny-1)
do j=1,Ny
  et(j)=(j-1)*det
end do

```

```

bet=1.02; alf=0.5
call MeshBotTop(Nx,Ny,xi,et,alf,bet,y)
hxmin=dxi; hxmax=dxi
hymin=1e3; hymax=-1e3
do i=1,Nx
  do j=1,Ny-1
    hy=y(i,j+1)-y(i,j)
    if(hy<hymin) hymin=hy
    if(hy>hymax) hymax=hy
  end do
end do
print*, ' Mesh statistics:'
print*, Nx*Ny, ' nodes'
print*, (Nx-1)*(Ny-1), ' cells'

```

```

print*, ' hx_min=', hxmin, ' hx_max=', hxmax
print*, ' hy_min=', hymin, ' hy_max=', hymax
print*, '          hy1_min=', minval(y(:,2)-y(:,1)),
hy1_max=', maxval(y(:,2)-y(:,1))
print*, '          (hx1/hy1)_min=', minval(dx1/(y(:,2)-y(:,1))),
(hx1/hy1)_max=', maxval(dx1/(y(:,2)-y(:,1)))
call Jacobian(Nx,Ny,xi,et,x,y,Jac)
print*, ' J_min=', minval(Jac), ' i,j=', minloc(Jac)
print*, ' J_max=', maxval(Jac), ' i,j=', maxloc(Jac)
xgmin=0.; xgmax=1.
ygmin=0.; ygmax=1.
call GrafInit(1,'Mesh')
call Axis('x','y',0,1.5d-3)
ii=clickmenuuqq(QWIN$TILE)
do j=1,Ny
do i=1,Nx-1
call
Plot((/dble(x(i)),dble(x(i+1)))/,(/dble(y(i,j)),dble(y(i+1,j)))/,3,
0,1)
end do
end do
do i=1,Nx
do j=1,Ny-1
call
Plot((/dble(x(i)),dble(x(i+1)))/,(/dble(y(i,j)),dble(y(i,j+1)))/,3,0,
1)
end do
end do
pause
end

function ytop(x) ! verhnyaya granica
ytop=0.5+0.1*x**2
end

function ybot(x) ! nizhnyaya granica
pi=4*atan(1.)
ybot=0.05+0.05*sin(3*pi*x)
end

```

Результаты запуска:

```

Mesh statistics:
2601 nodes
2500 cells
hx_min= 2.0000000E-02 hx_max= 2.0000000E-02
hy_min= 8.0674887E-04 hy_max= 2.5817573E-02
hy1_min= 8.0675632E-04 hy1_max= 1.1019632E-03
(hx1/hy1)_min= 18.14943 (hx1/hy1)_max= 24.79063
J_min= 0.7746664 i,j= 51 26
J_max= 24.79091 i,j= 9 51

```

```

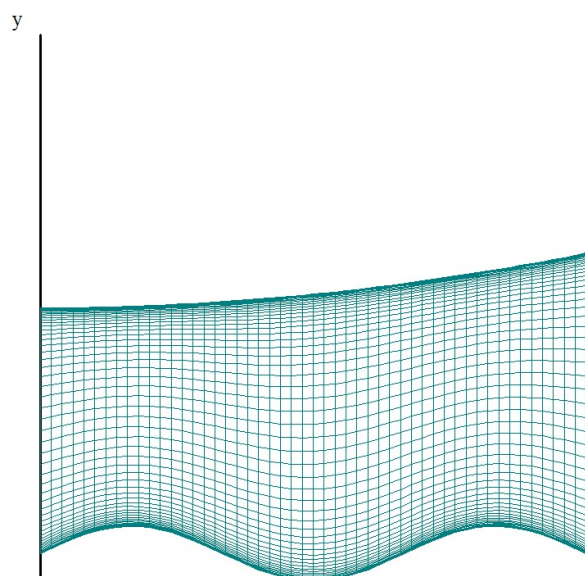
subroutine MeshBotTop(Nx,Ny,xi,et,alf,bet,y)
! sgushenie k nizhnei i verhnei granicam
dimension xi(Nx),et(Ny),y(Nx,Ny)
B=(bet+1)/(bet-1)
do i=1,Nx
do j=1,Ny
etalf=(et(j)-alf)/(1-alf)
yH=((bet+2*alf)*B**etalf+2*alf-bet)/(2*alf+1)/(1+B**etalf)
y(i,j)=ybot(xi(i))*(1-yH)+ytop(xi(i))*yH
end do
end do
end

```

```

subroutine Jacobian(Nx,Ny,xi,et,x,y,Jac)
! raschet yacobiana J=xi_x*et_y
dimension xi(Nx),et(Ny),y(Nx,Ny)
real Jac(Nx,Ny)
do i=1,Nx
do j=1,Ny
xi_x=1
if(j==1) then
det=(et(2)-et(1))
dy=(y(i,2)-y(i,1))
endif
if(j==Ny) then
det=(et(Ny)-et(Ny-1))
dy=(y(i,Ny)-y(i,Ny-1))
endif
if((1<j).and.(j<Ny))then
det=(et(j+1)-et(j-1))
dy=(y(i,j+1)-y(i,j-1))
end if
et_y=det/dy
Jac(i,j)=xi_x*et_y
end do
end do
end

```



2) Для создания структурированной КО-сетки используйте модули DesignModeler и Meshing программного комплекса ANSYS. Изучите и повторите решение примера из пособия [1] (стр. 13-15) – см. ниже. Затем перейдите к построению расчетной области и сетки для вашего варианта. Расчетную область при этом разбивайте на блоки, каждый из которых может быть отображен на четырехугольник. Число разбиений граней задавайте согласованным с КР-сеткой.

Рассмотрим пример создания расчетной сетки в изображенной на рис. 1 области с размерами $V1=1$ м, $V3=2$ м, $V5=1$ м, $H2=3$ м, $H4=2$ м. Здесь верхняя граница является стенкой, нижняя – осью симметрии, левая и правая – входом и выходом соответственно.

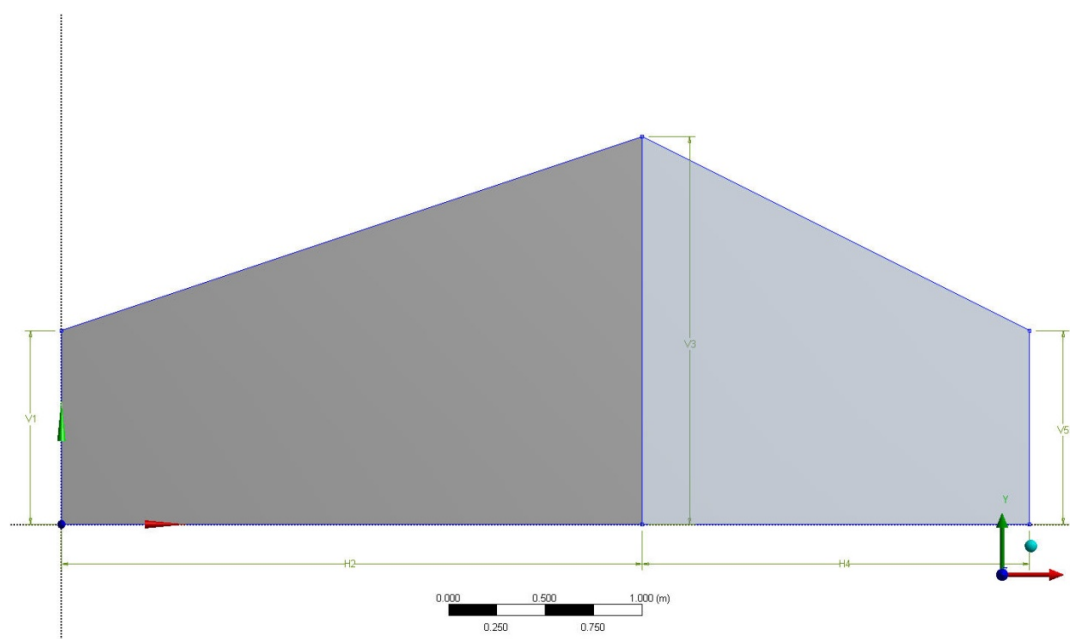


Рис. 1

1. Создание проекта (программа *Workbench*). После запуска *ANSYS Workbench* раскройте в «Toolbox» закладку «Analyses Systems» и выберите «Mesh» (двойной клик «мыши», либо перетаскивание на поле «Project Schematic»). Сохраните проект (кнопка «Save») в специально созданной рабочей папке. Путь к рабочей папке не должен содержать букв кириллицы. В свойствах «Properties of Schematic A2: Geometry» раскройте пункт «Advanced Geometry Options» и выберите «Analysis Type» = «2D».

2. Создание геометрической модели (*DesignModeler*). Запустите *DesignModeler*.

Строим геометрическую модель в виде двух блоков четырехугольной формы (см. рис. 2.1). С этой целью создаем два соответствующих эскиза и с помощью инструмента «Concept» -> «Surfaces From Sketches» формируем поверхности. **Важно!** В свойствах «Details View» для второй поверхности указываем

«Operation» = «Add Frozen». Созданные поверхностные тела («Surface Body») помещаем в одну часть (ПКМ (правая кнопка мыши) над выделенной группой, затем «Form New Part»), что обеспечит совпадение сеточных узлов на общей границе блоков.

3. Генерация структурированной сетки (Meshing). В пункте «Defaults» свойств сетки «Details of “Mesh”» задайте «Physics Preference» = «CFD», «Solver Preference» = «Fluent».

Выберите для обоих блоков отображаемую сетку («Mesh» (ПКМ) -> «Insert» -> «Mapped Face Meshing»).

На верхней и нижней границах левого блока задайте количество разбиений «Number of Divisions» = «100», на аналогичных границах правого – «70».

Вдоль вертикальных границ распределение узлов должно быть неравномерным, со сгущением к стенке. Поэтому для этих границ задайте «Number of Divisions» = «50», выберите подходящий тип сгущения «Bias Type» и введите «Bias Factor» = «10».

Нажмите кнопку «Generate Mesh». В разделе «Statistics» свойств сетки «Details of “Mesh”» выберите «Mesh Metric» = «Orthogonal Quality» и отобразите диаграмму распределения элементов сетки по ортогональности. Полученная сетка приведена на рис. 2.

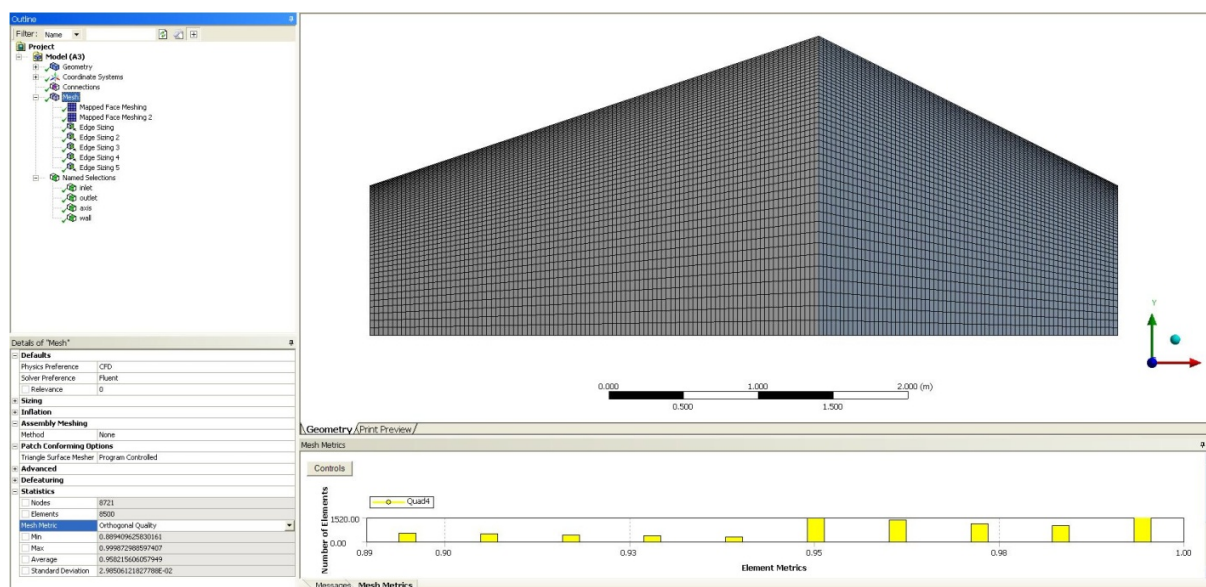

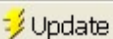


Рис. 2

Создайте граничные поверхности: выделяя граничное ребро (или группу ребер с помощью зажатой клавиши CTRL), вызывайте контекстное меню (ПКМ) -> «Create Named Selection». Входная граница («вход») должна именоваться «inlet», «выход» – «outlet», «стенка» – «wall», «ось» – «axis». Перед сохранением проекта выполните  .

Далее выберите пункты меню «File» -> «Export», имя и тип файла «Fluent Input Files (*.msh)» и нажмите кнопку «Сохранить».

Литература

1. Гостеев Ю.А. Создание двумерных сеток в программе ANSYS MESHING. Лабораторный практикум: методическое пособие [для 3-4 курсов]. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017.