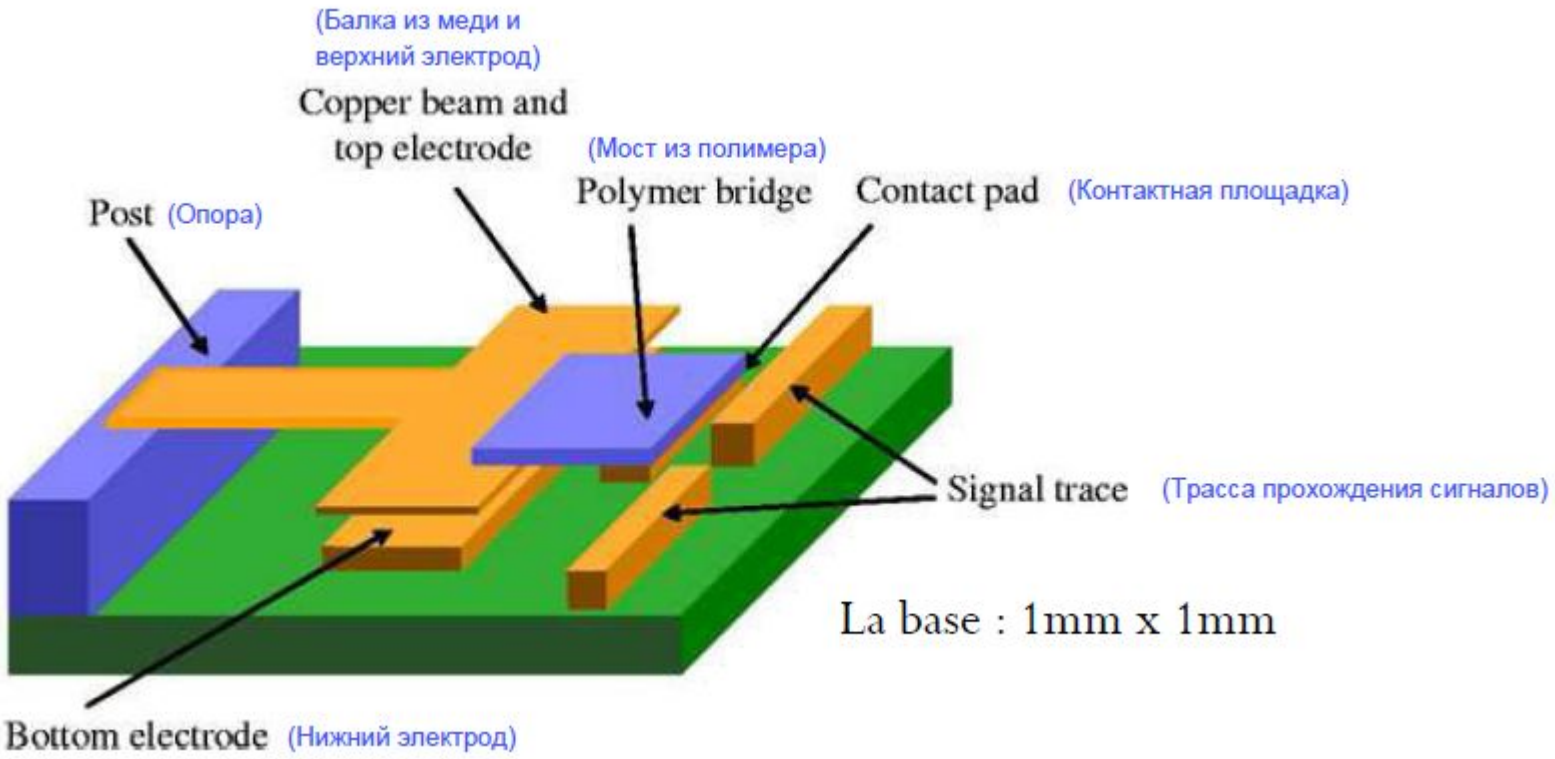
РАСЧЕТ МИКРОСБОРКИ (МИКРОВЫКЛЮЧАТЕЛЯ)

Микропроцессорная технология позволяет реализовать миниатюрные механические конструкции, которые могут быть интегрированы непосредственно в электронный компонент: акселерометр системы развертывания воздушных подушек, угломер на смартфоне и т.д.... Микроконтакты или миниатюрные коммутаторы обладают большим коммерческим потенциалом. Действительно, они позволяют уменьшить габаритные размеры за счет небольшого размера компонентов, интеграции этих устройств в полупроводниковые технологии, а также снизить стоимость производства. Кроме того, коммутаторы также имеют очень хорошие характеристики с точки зрения низкого потребления энергии, высокой изоляции в открытом состоянии, высокой линейности и уменьшения потерь в закрытом состоянии.



Quantity	SI	SI(mm)	SI	US Unit(ft)	US Unit(inch)
Length	m	mm	m	ft	in
Force	N	N	kN	lbf	lbf
Mass	kg	$tonne$ ($10^3 kg$)	$tonne$	$slug$	$lbf\ s^2/in$
Time	s	s	s	s	s
Stress	Pa (N/m^2)	MPa (N/mm^2)	kPa	lbf/ft^2	psi (lbf/in^2)
Energy	J	mJ (10^{-3}J)	KJ	$ftlbf$	$inlbf$
Density	kg/m^3	$tonne/mm^3$	$tonne/m^3$	$slug/ft^3$	lbf s^2/in^4

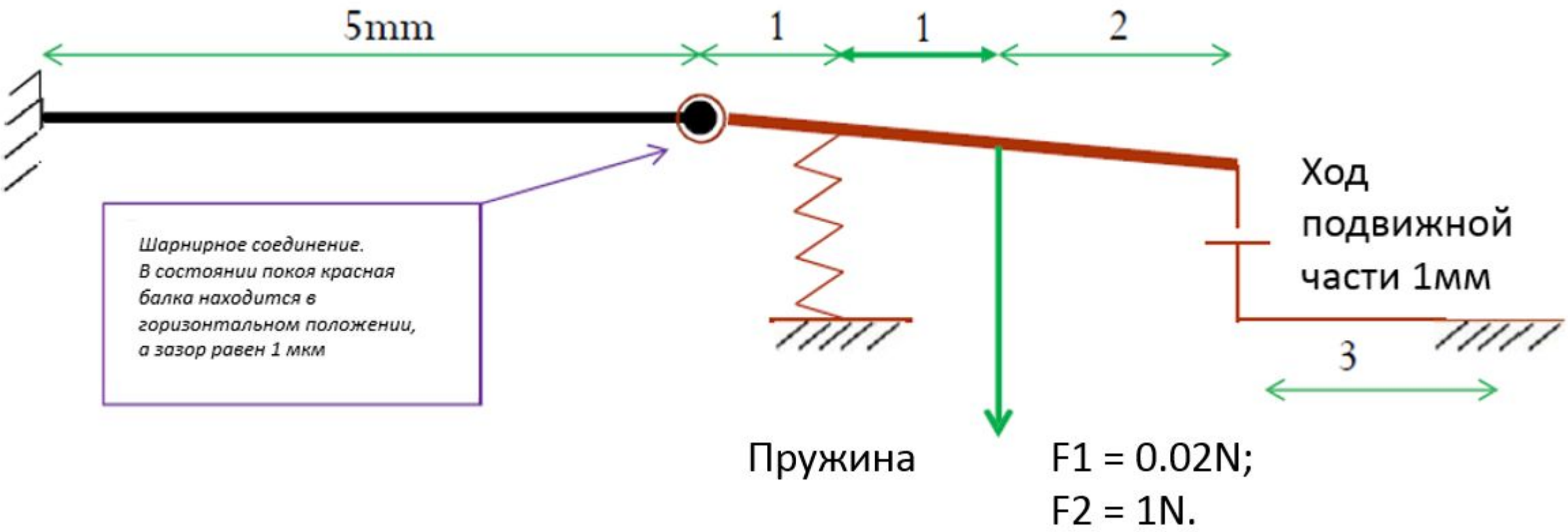
Расчет микровыключателя:
Модель

Изготовитель хочет проверить два момента:

1) Паразитная сила по величине < F1 не должна закрывать контакт;

2) Сила F2 должна закрывать контакт с достаточным контактным давлением.

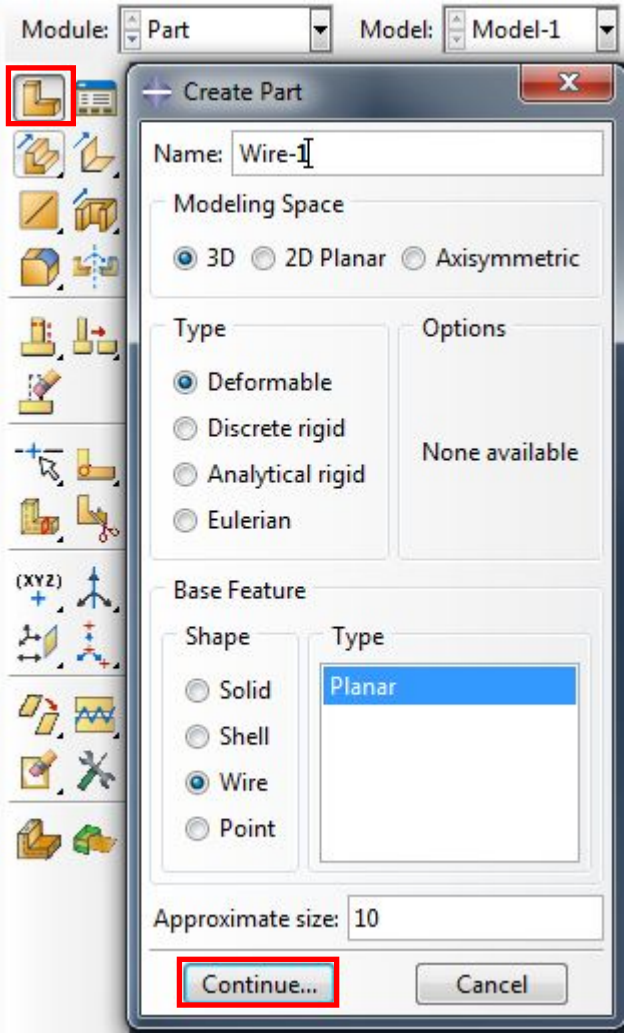
Балки имеют сечение: h = 0,2; L = 1 мм, они изготовлены из алюминия.

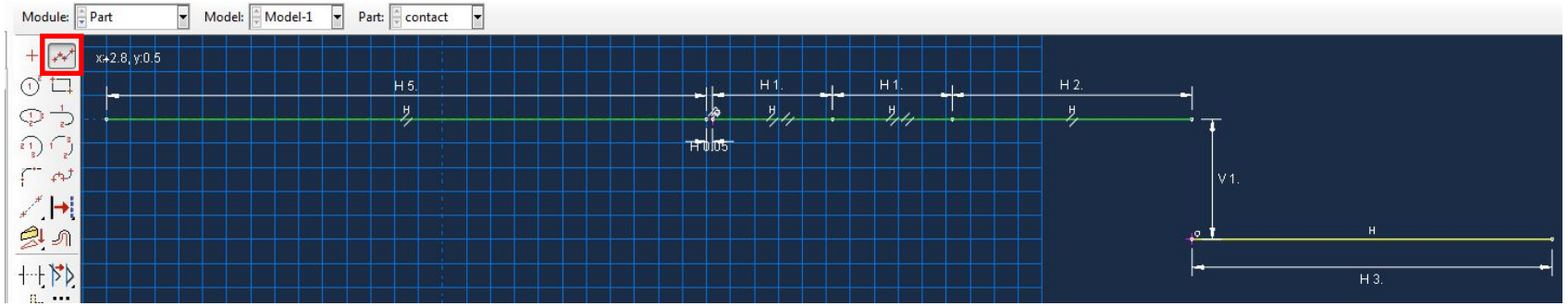


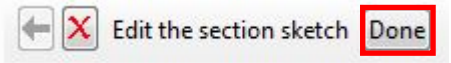
Часть 1: статический анализ

1) Создадим геометрию микровыключателя. Для этого в модуле Part выберем инструмент Create Part. Далее используем инструменты Create Lines:

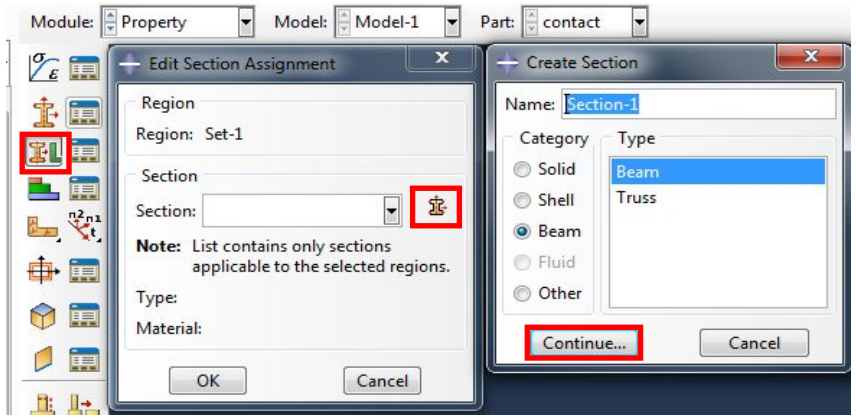
Connected, Add Constraint и Add Dimension:



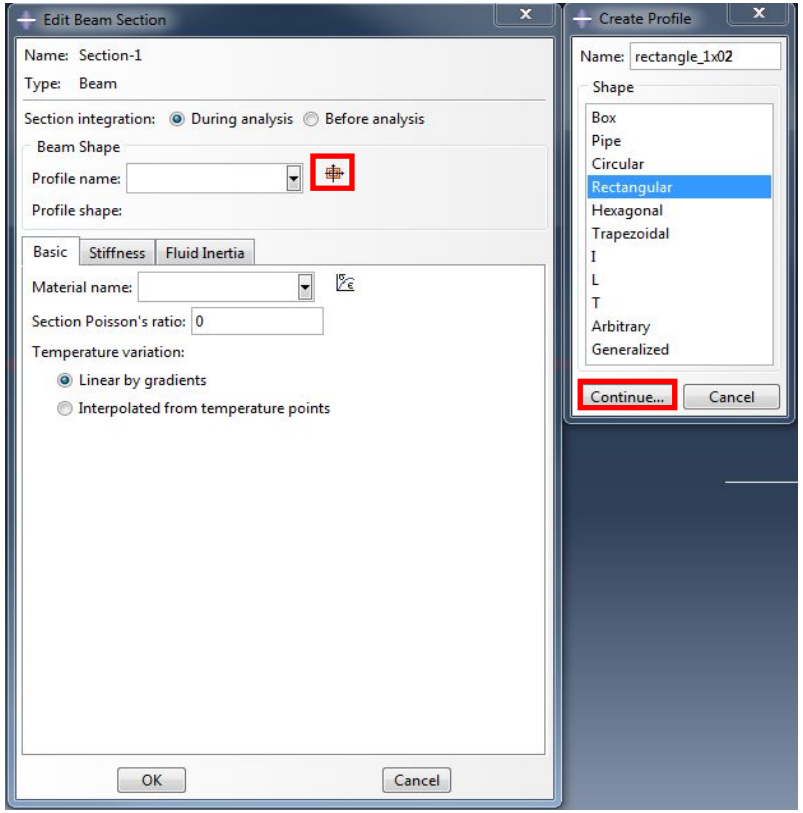


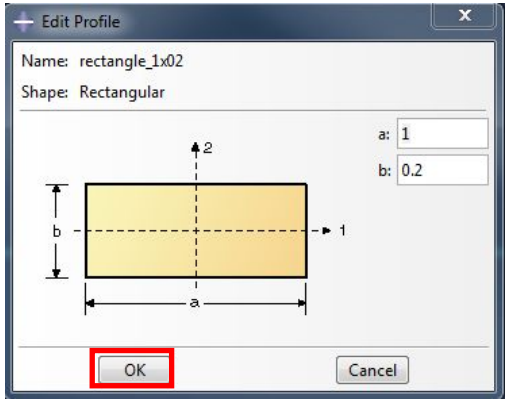


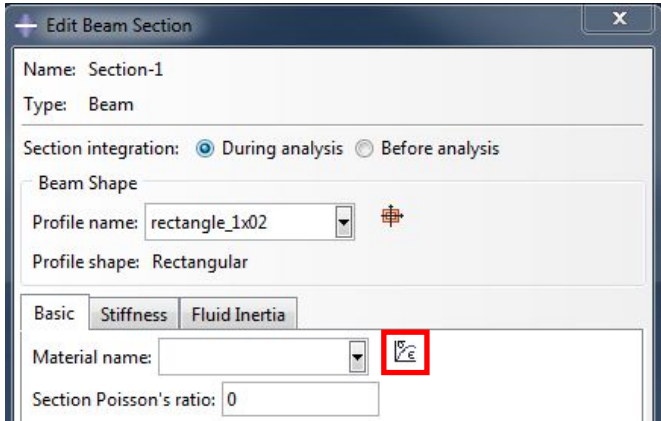
2) Далее назначим свойства сечения. Для этого в модуле Property выбираем инструмент Assign Section, выбираем верхние балки и в открывшемся диалоге
создаем сечение и назначаем свойства материала:

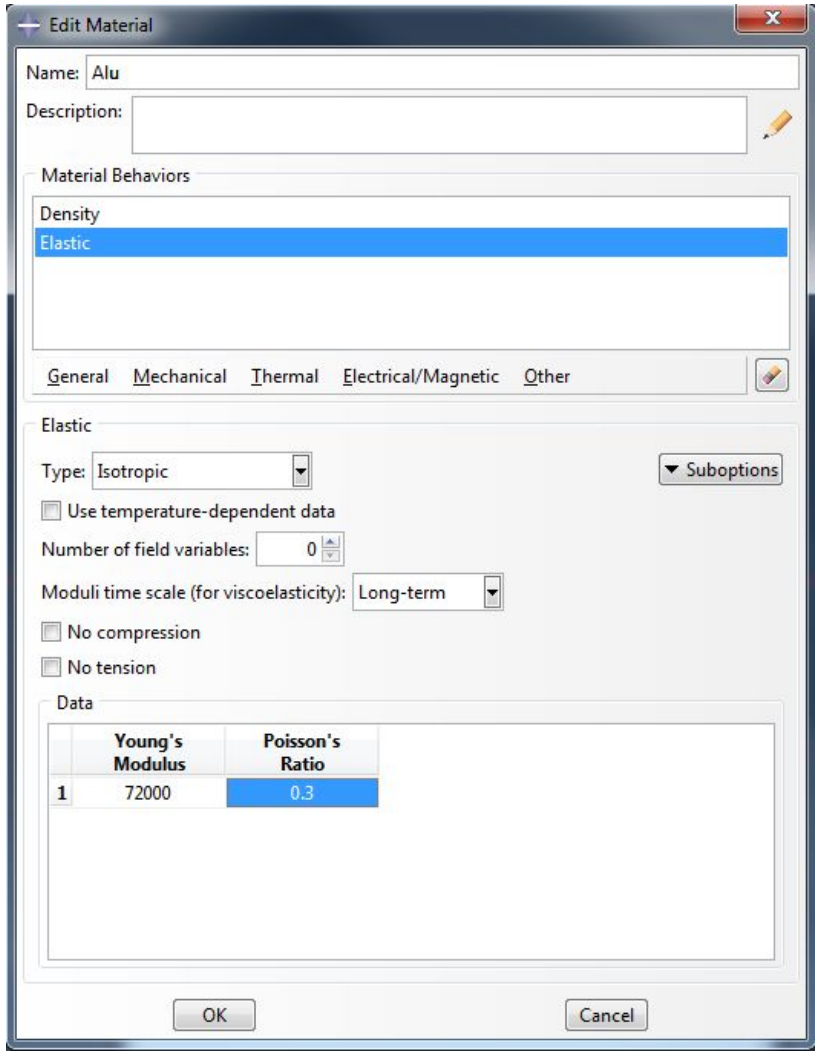


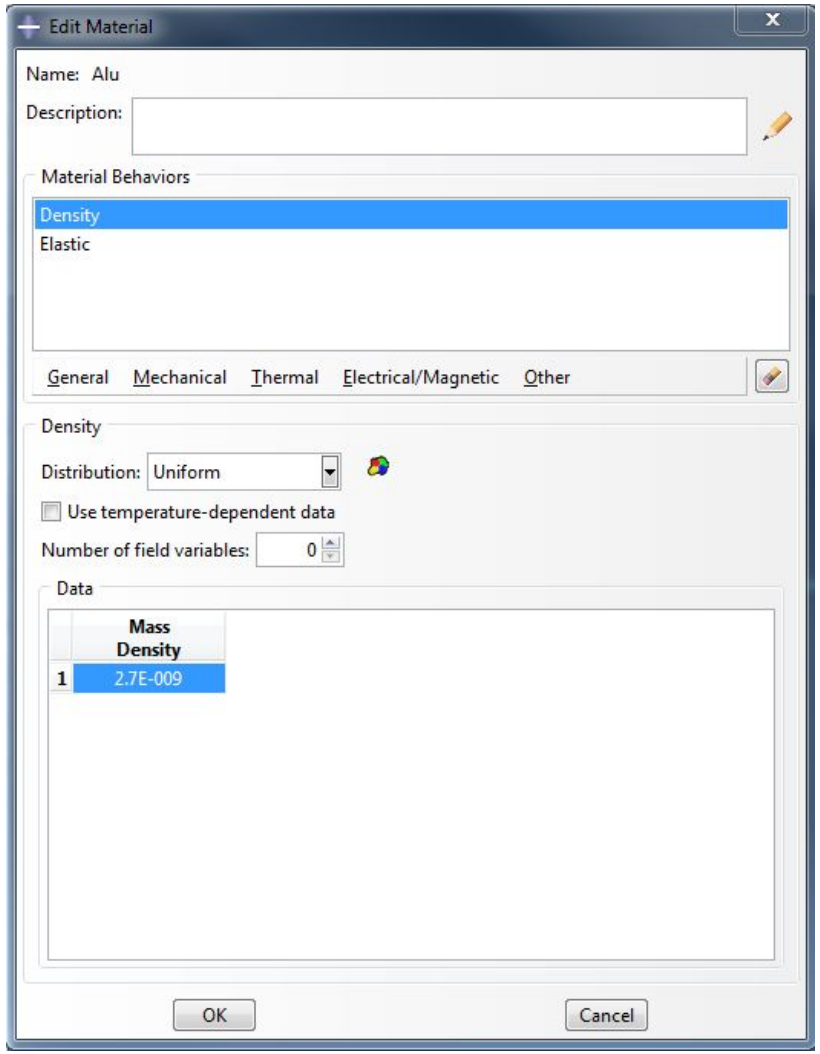
+

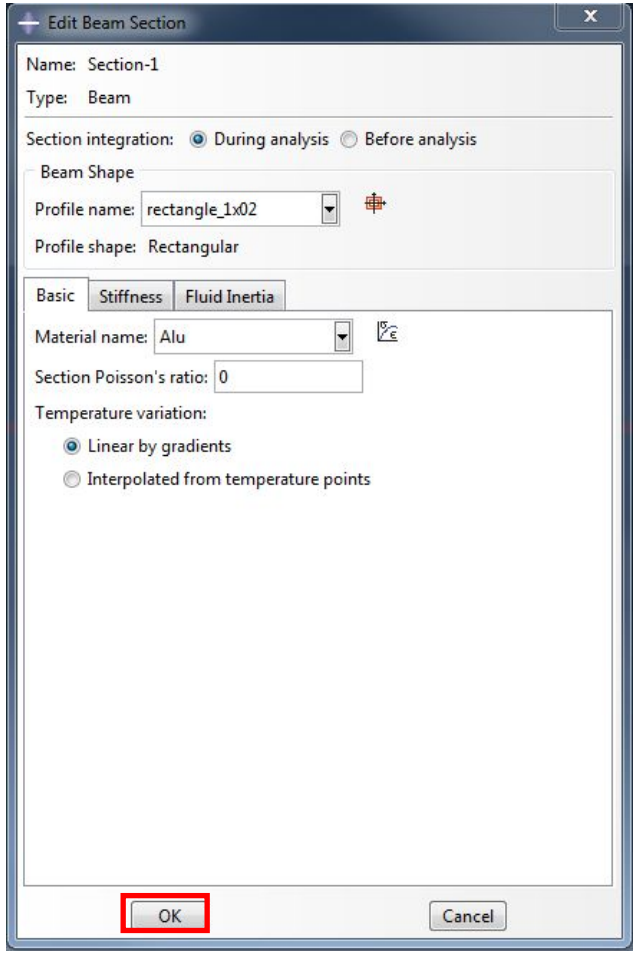




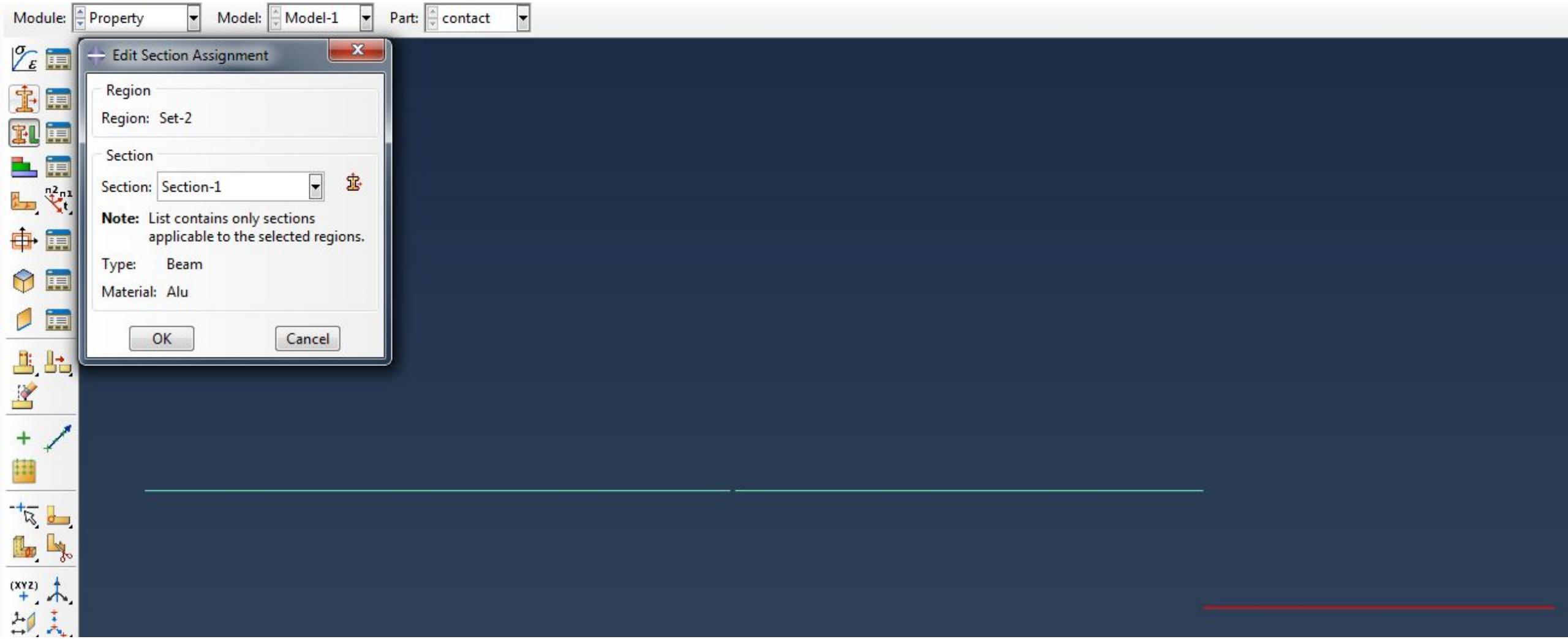



Edit Material
Name: Alu
Description:
Material Behaviors
Density
Elastic
General
Mechanical
Thermal
Electrical/Magnetic
Other
Elastic
Type: Isotropic
Suboptions
Use temperature-dependent data
Number of field variables: 0
Moduli time scale (for viscoelasticity): Long-term
No compression
No tension
Data
Young's Modulus
Poisson's Ratio
1
72000
0.3
OK
Cancel

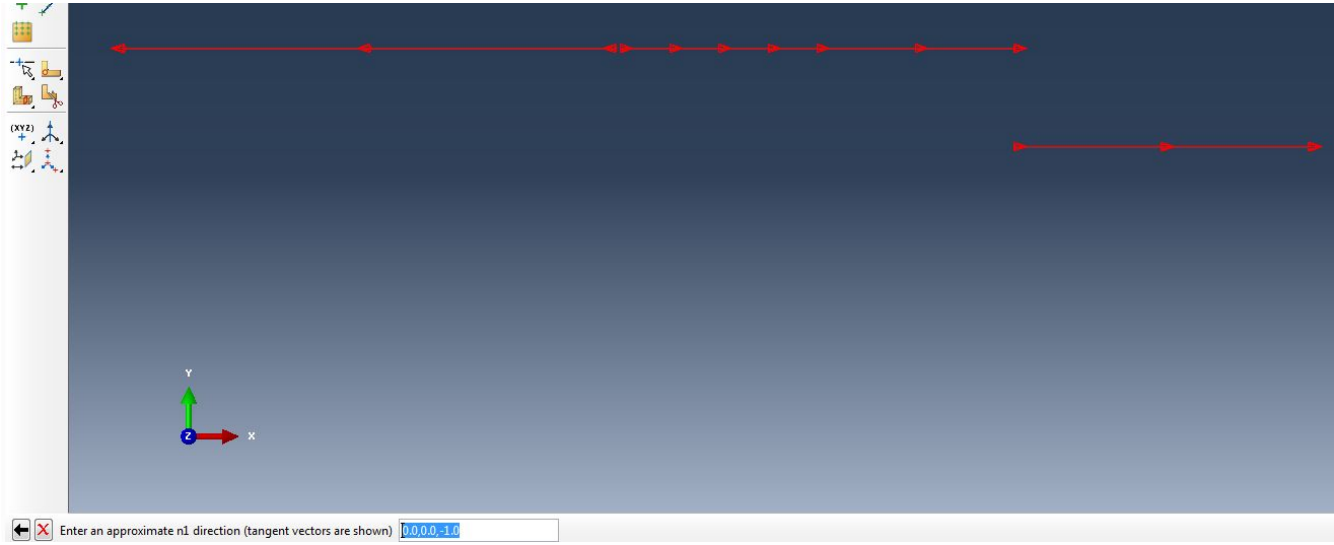

Edit Material
Name: Alu
Description:
Material Behaviors
Density
Elastic
General
Mechanical
Thermal
Electrical/Magnetic
Other
Density
Distribution: Uniform
Use temperature-dependent data
Number of field variables: 0
Data
Mass Density
1
2.7E-009
OK
Cancel


Edit Beam Section
Name: Section-1
Type: Beam
Section integration: During analysis Before analysis
Beam Shape
Profile name: rectangle_1x02
Profile shape: Rectangular
Basic
Stiffness
Fluid Inertia
Material name: Alu
Section Poisson's ratio: 0
Temperature variation:
Linear by gradients
Interpolated from temperature points
OK
Cancel

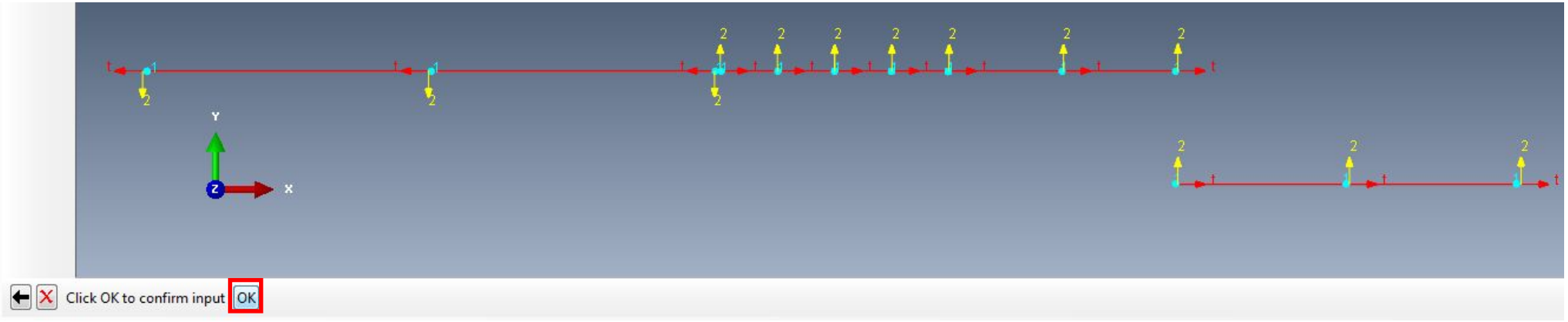
Аналогично назначаем свойства сечения для нижней балки:



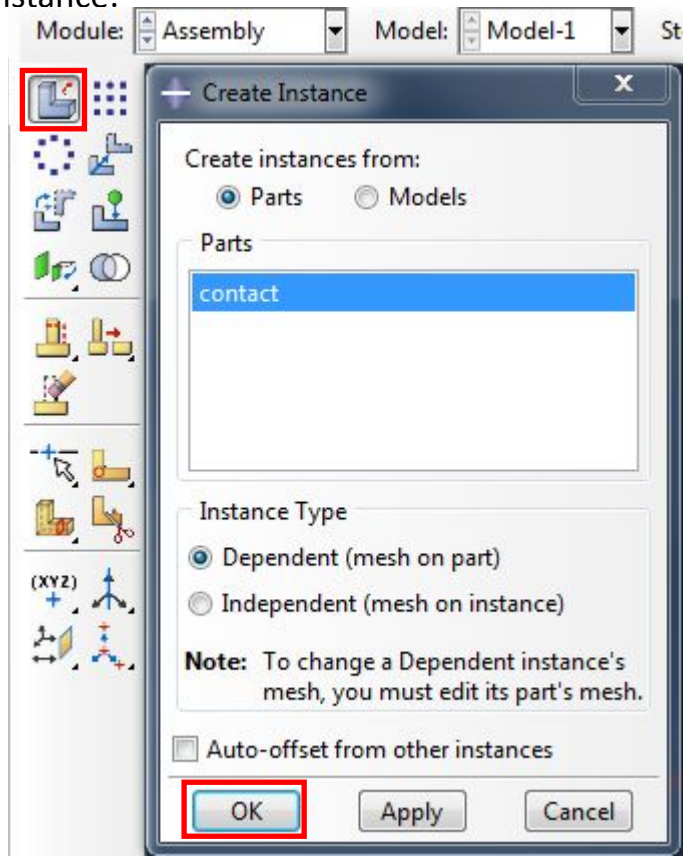
3) Далее назначим ориентацию балок. Для этого в модуле Property выберем инструмент Assign Beam Orientation и выберем все наши

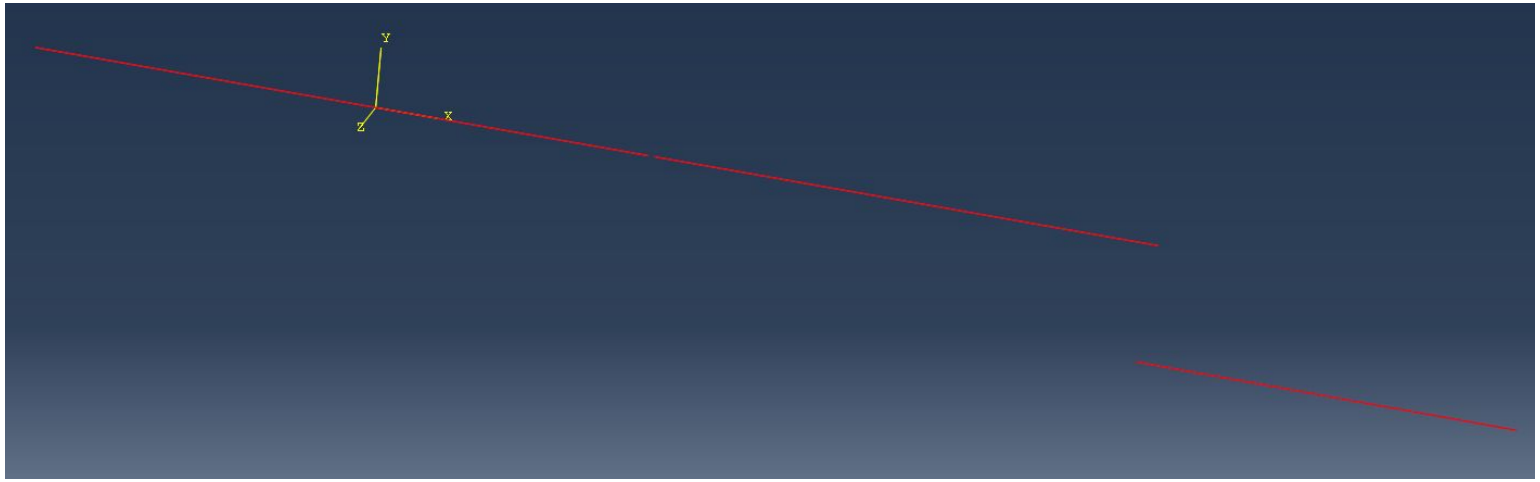


ENTER

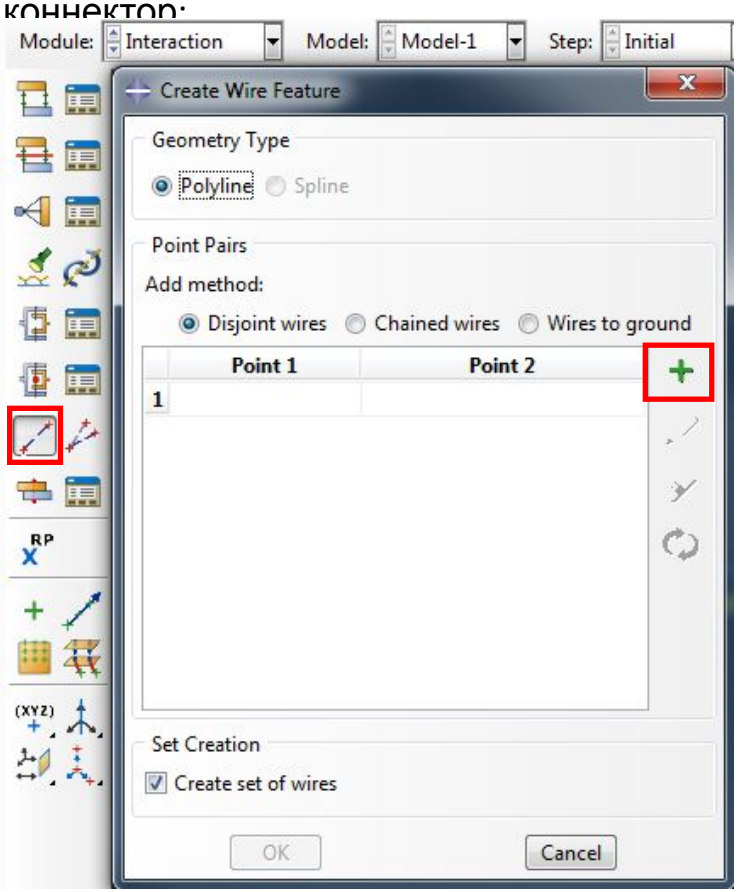


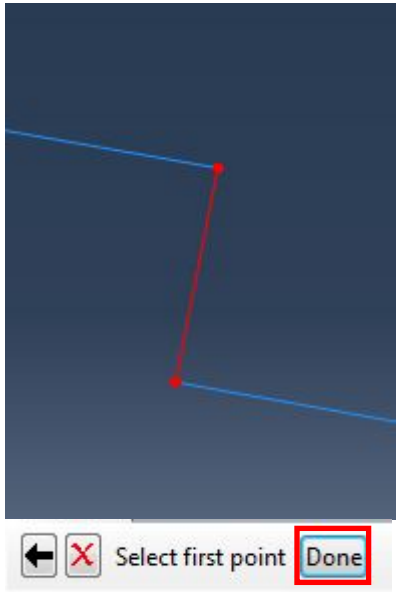
4) Перед тем как двигаться дальше, соберем нашу модель. Для этого в модуле ASSEMBLY выберем инструмент Create Instance:

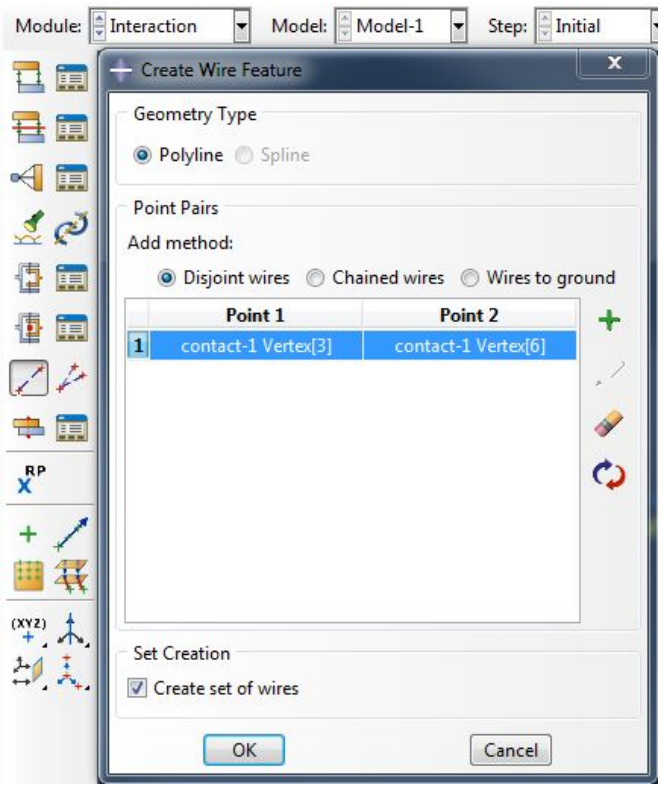




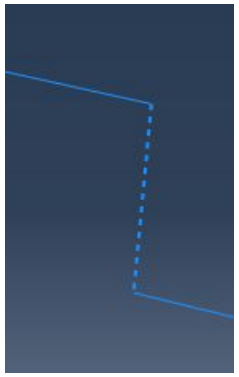
5) Создадим stop-разъем. Вначале создадим WIRE (проволочную геометрию), которой затем назначим коннектор:



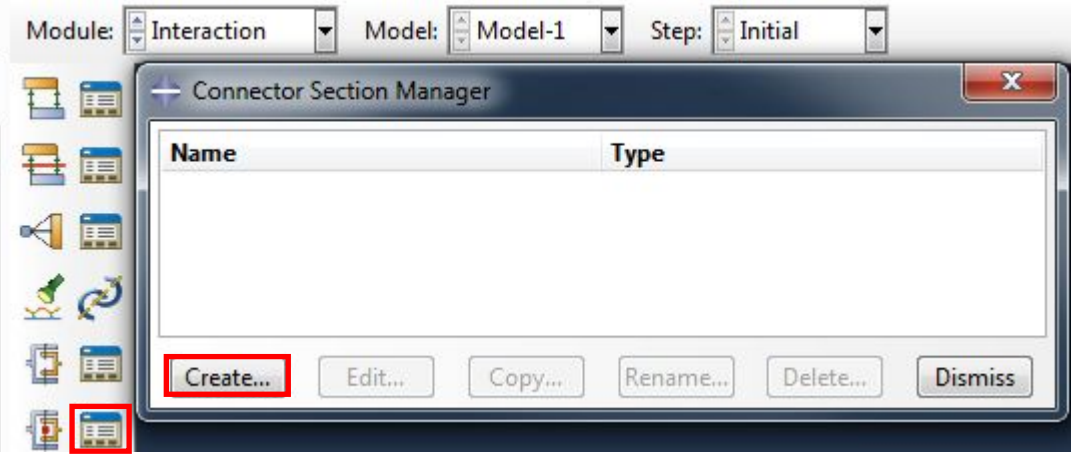


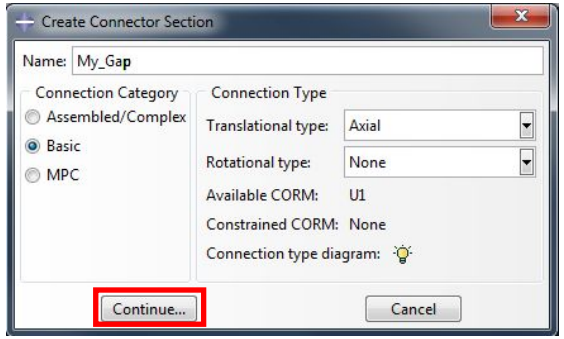


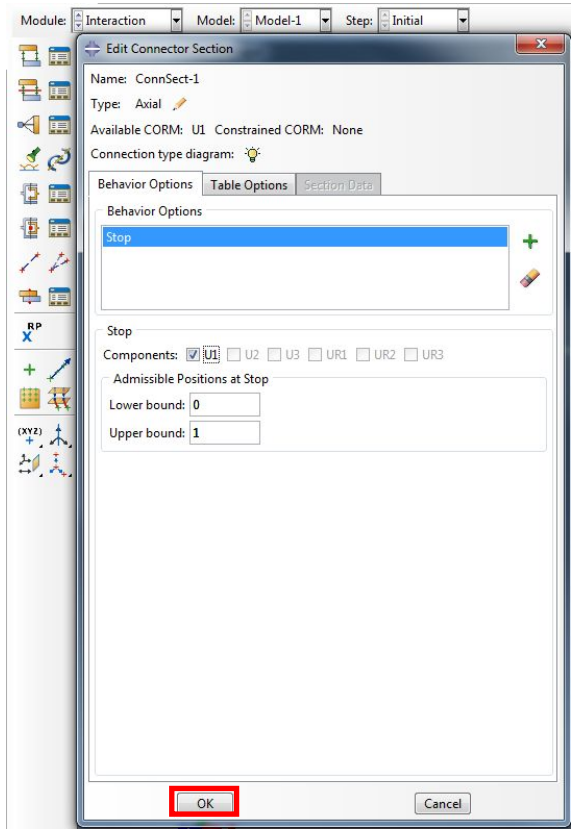
Проволочная геометрия отображается пунктиром:



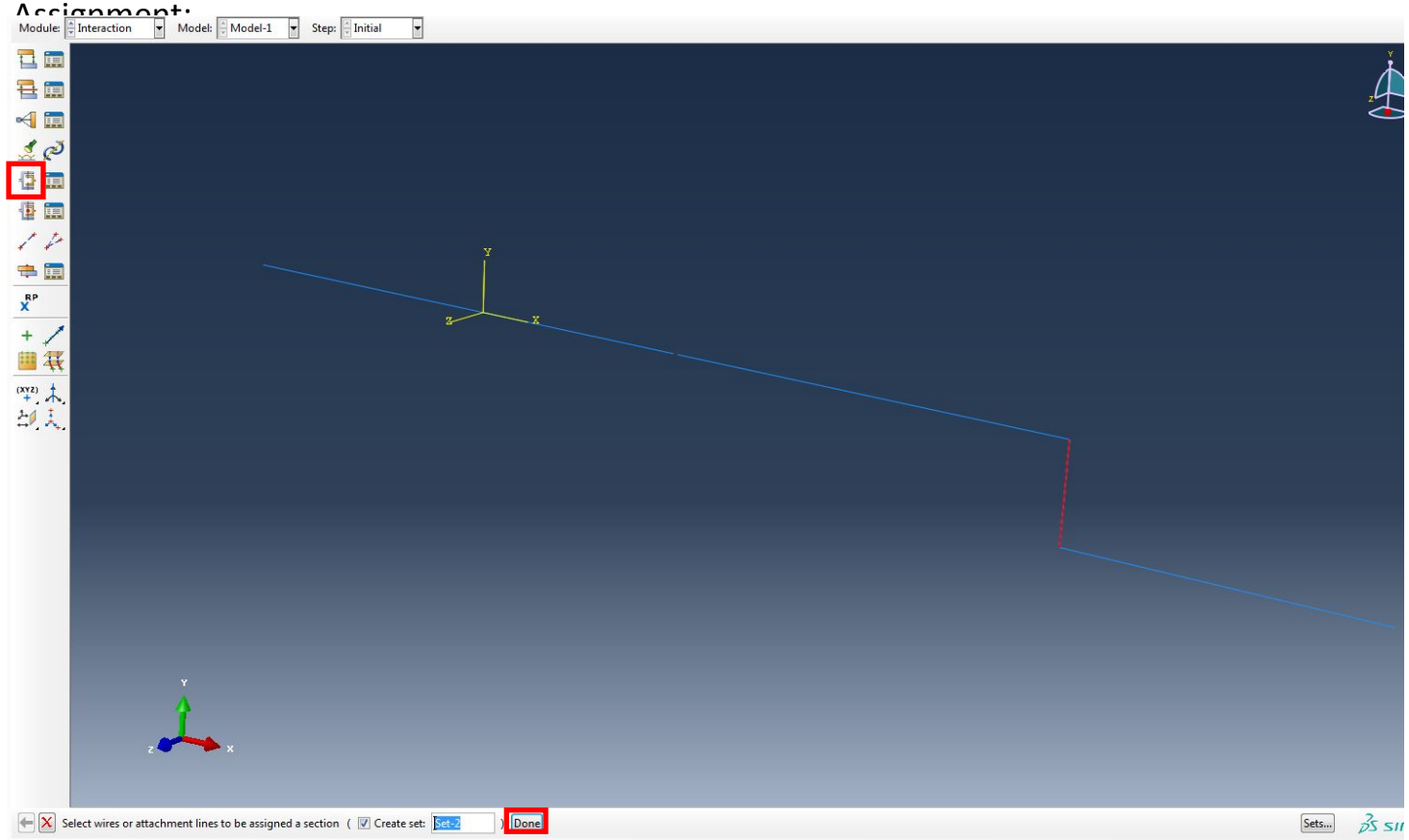
Далее создадим сечение коннектора. Для этого в модуле Interaction выбираем инструмент Connector Section Manager:

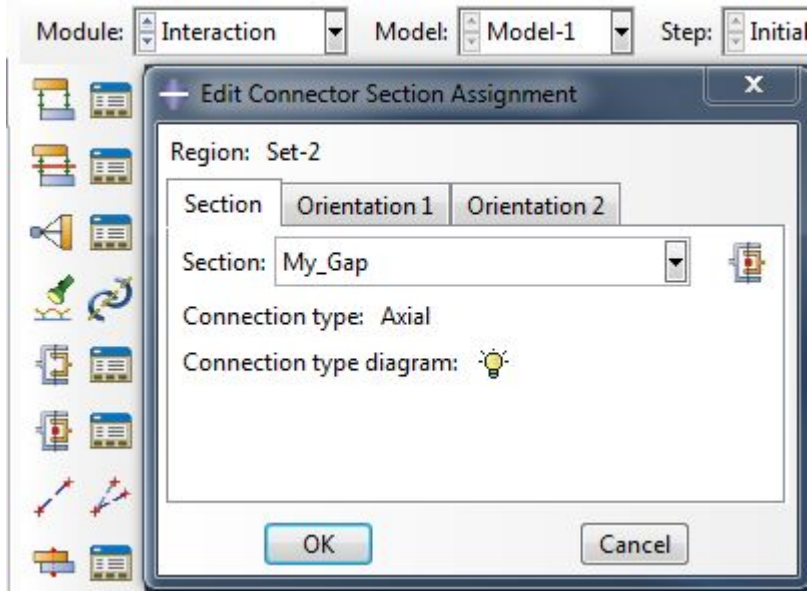




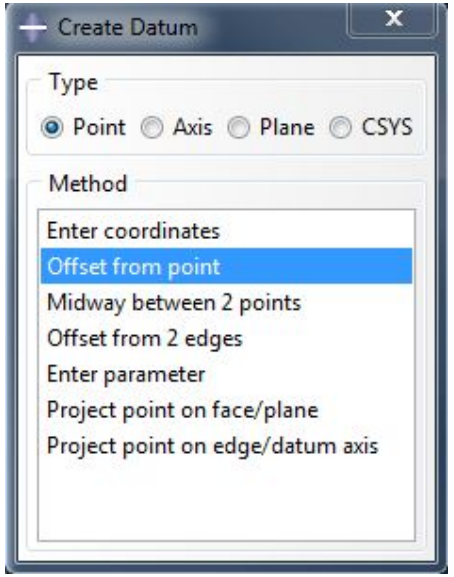


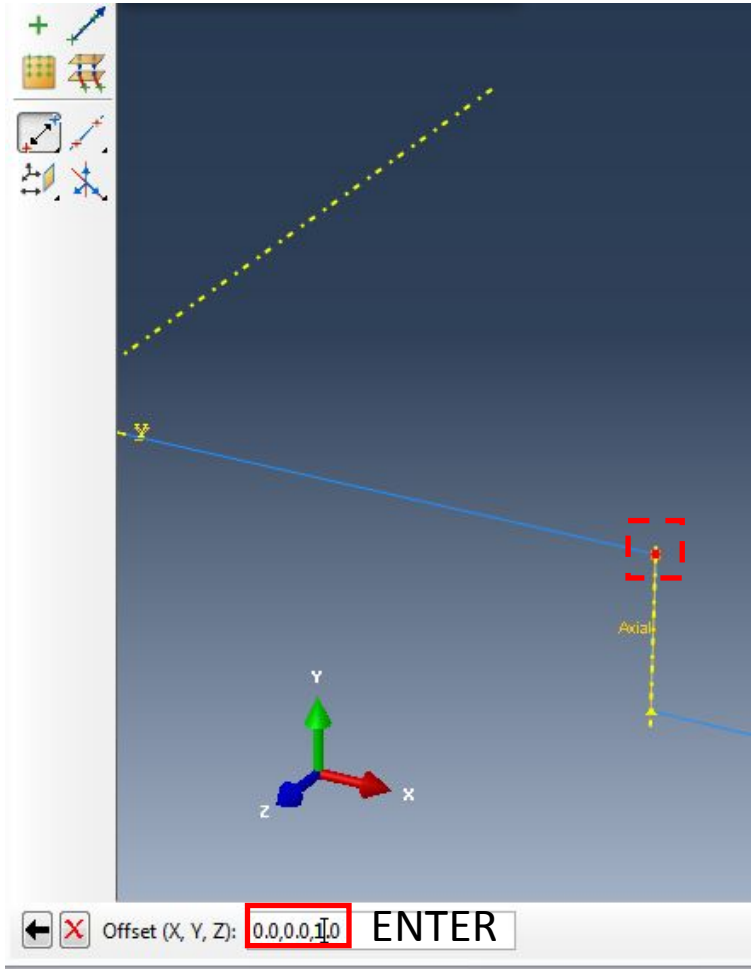
Далее назначим сечение коннектора. Для этого в модуле Interaction выбираем инструмент Create Connector Assignment:



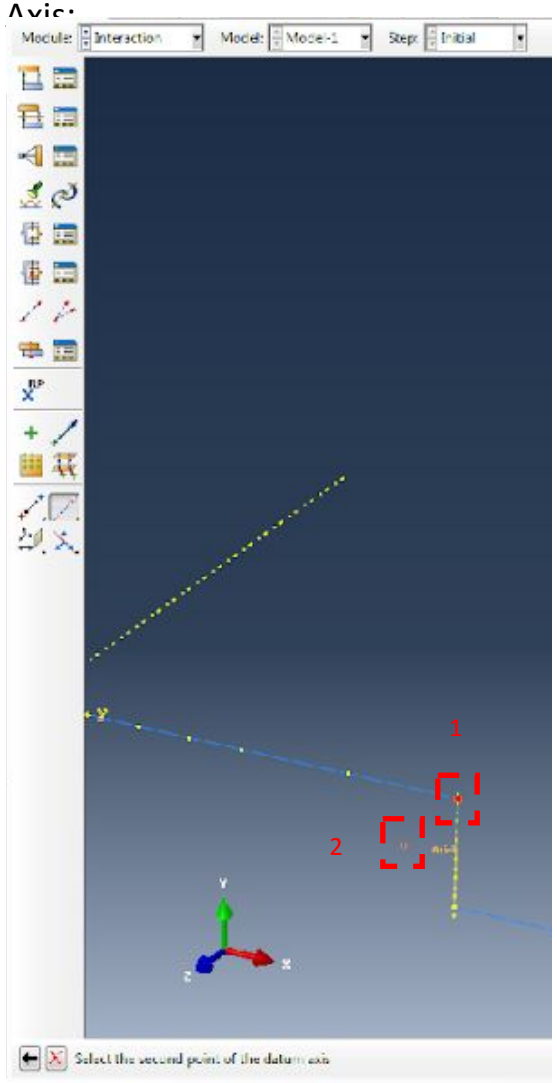


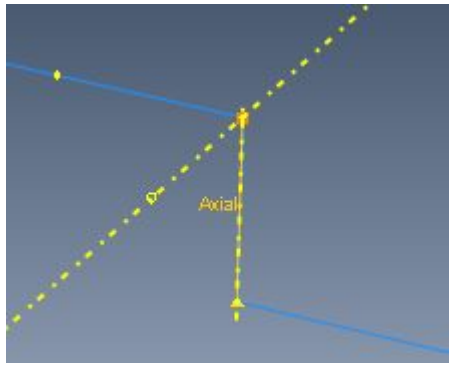
Данному коннектору нужно назначить правильную систему координат. Для этого в модуле Interaction вначале создадим точку. Зайдем в меню Tools □
Datum… Далее выбираем точку и вводим величину отступа от нее:



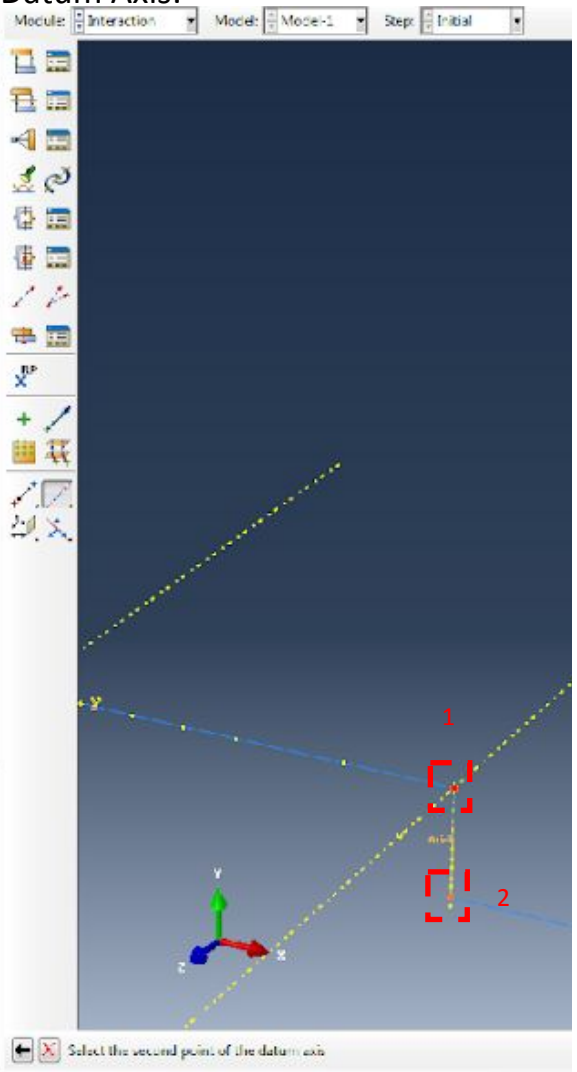


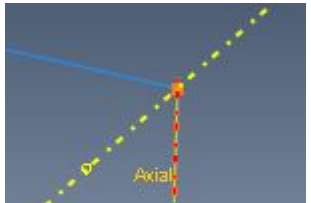
Далее на основе этой точки создадим ось (Y). Для этого в модуле Interaction выбираем инструмент Create Datum Axis:



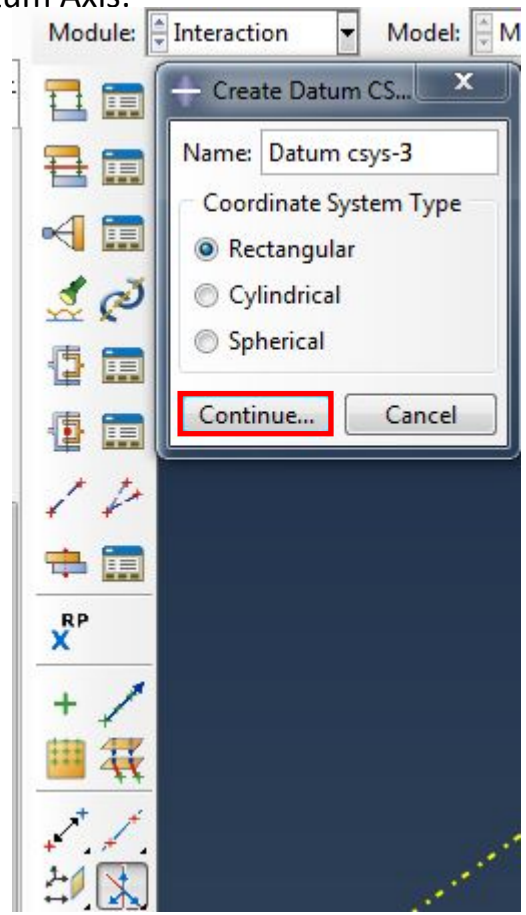


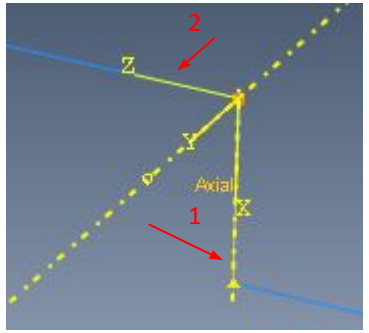
Далее на основе уже существующих точек создадим ось (X). Для этого в модуле Interaction выбираем инструмент Create Datum Axis:



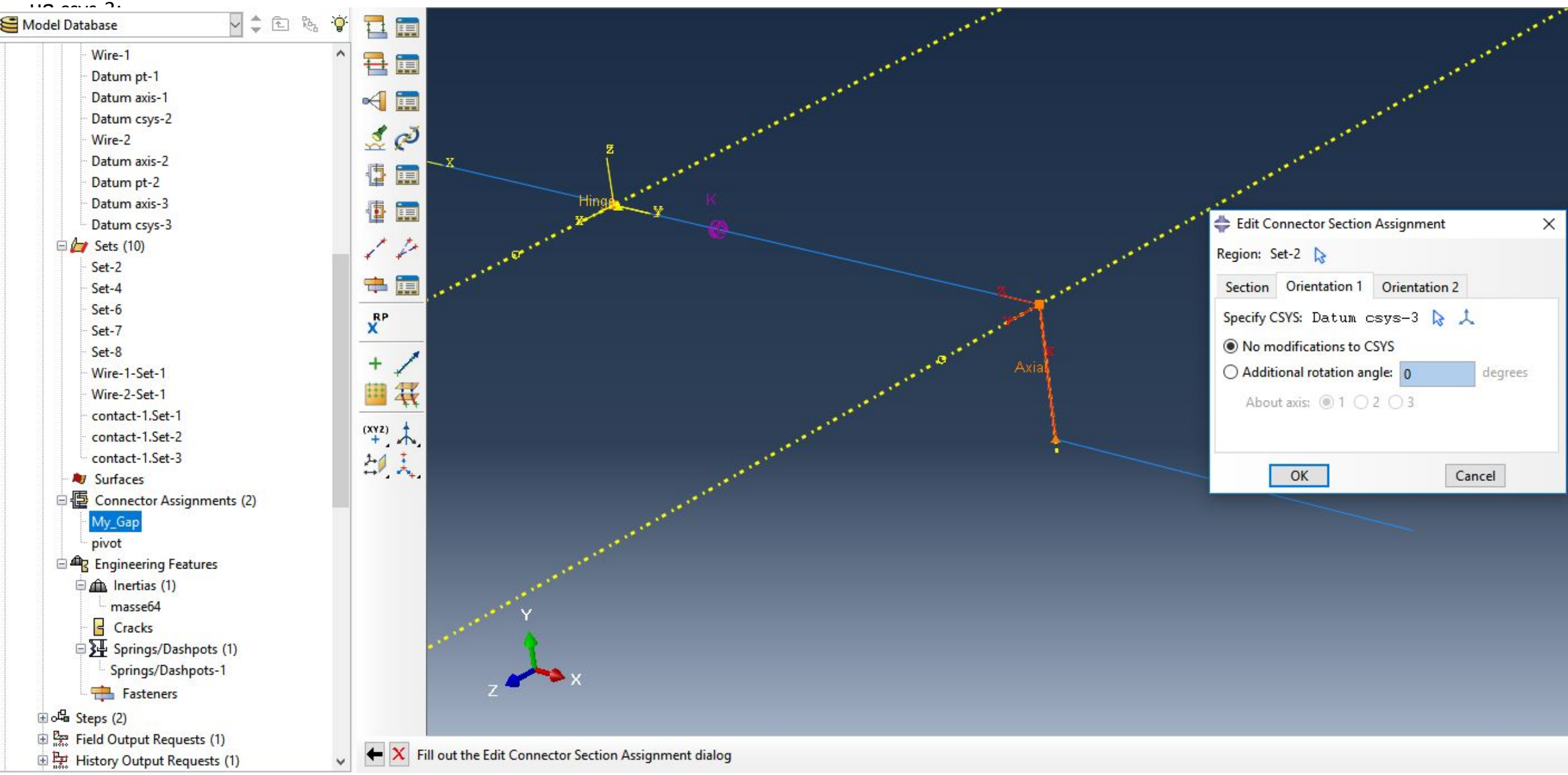


Далее на основе уже существующих осей создадим систему координат. Для этого в модуле Interaction выбираем инструмент Create Datum Axis:

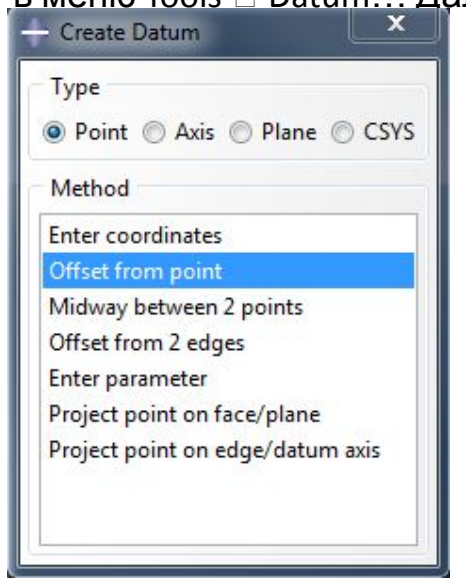


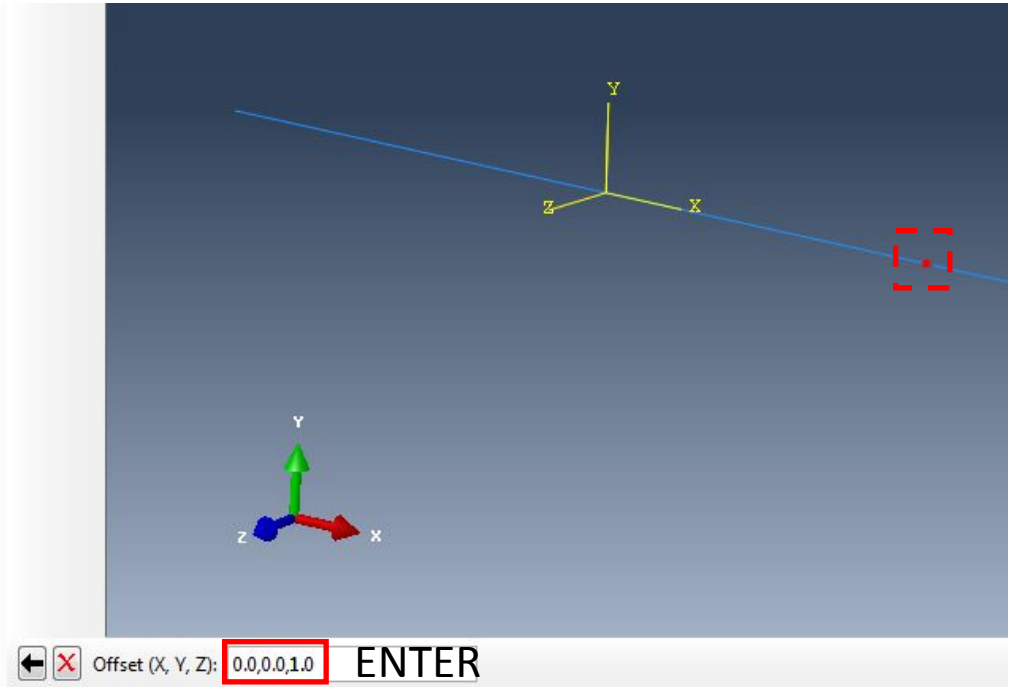


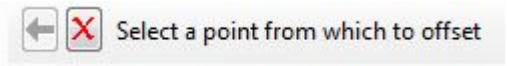
После этого отредактируем ориентацию уже существующего коннектора My_Gap, переназначив систему координат на csys-3:

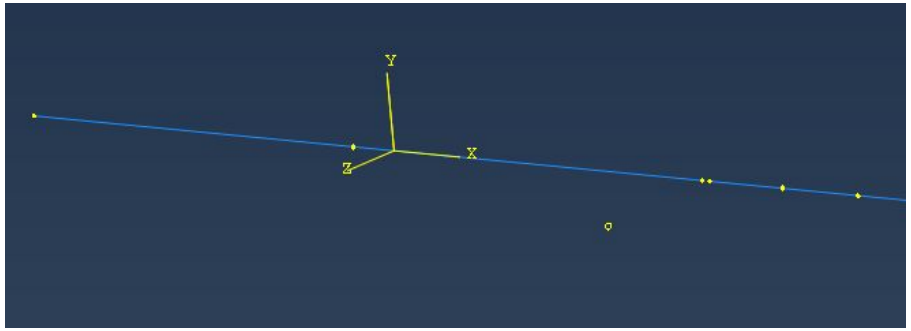


6) Создадим шарнир. Для этого вначале создадим для него вспомогательную систему координат. Перед этим создадим вспомогательную точку, зайдя
в меню Tools Datum… Далее выбираем точку и вводим величину отступа от нее:



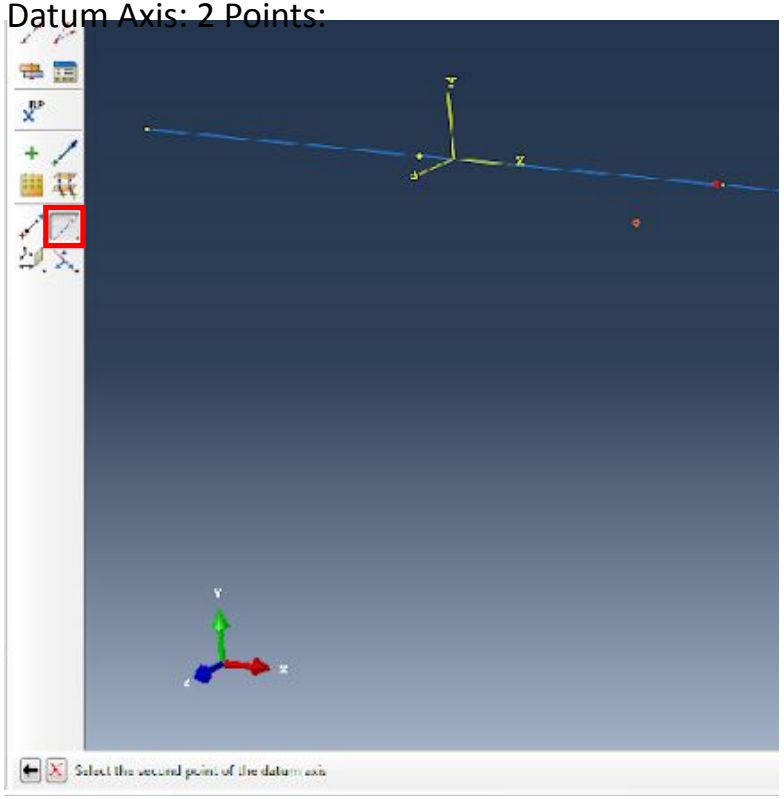


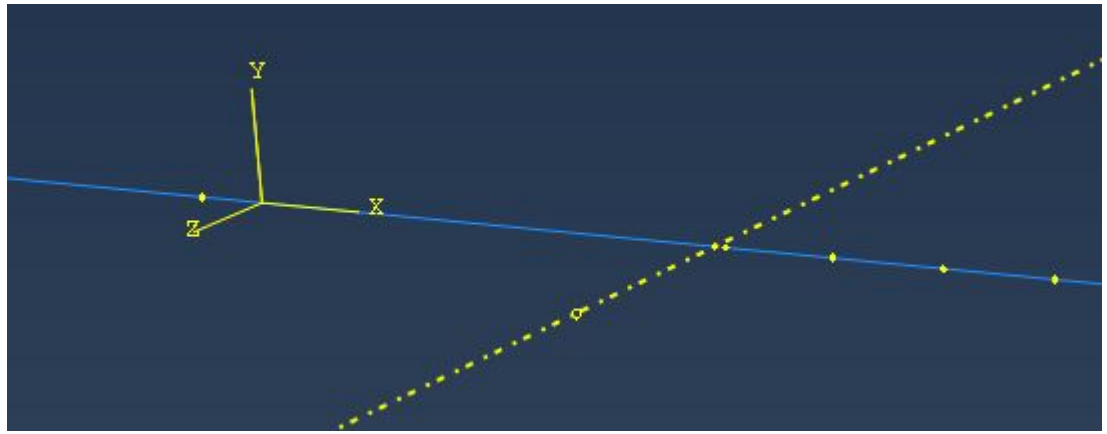




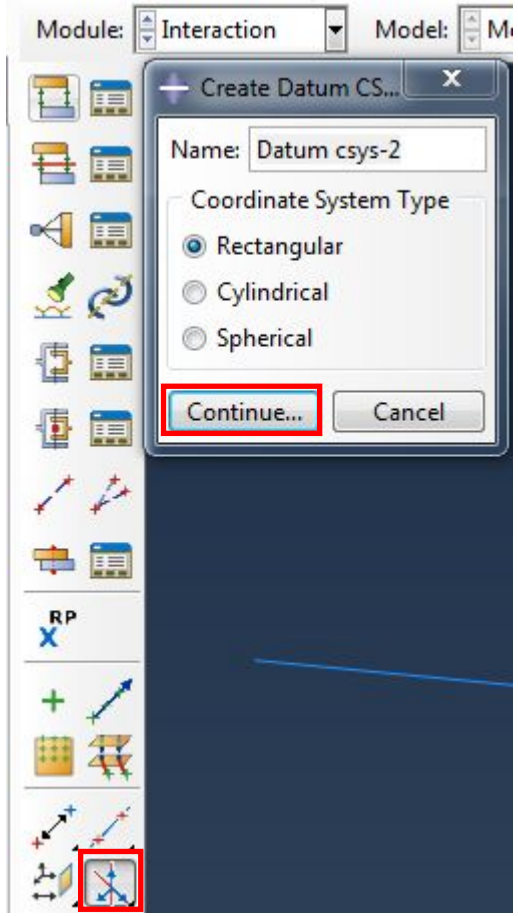
Кроме этого нам понадобится создать вспомогательную ось x.

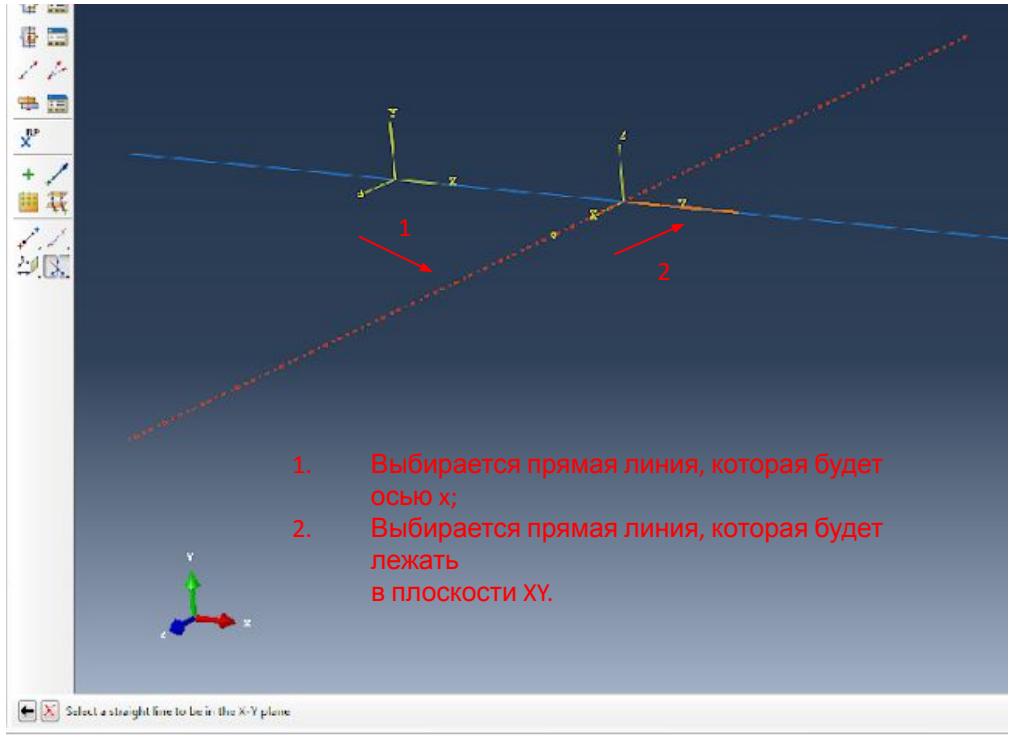
Для этого в модуле Interaction выбираем инструмент Create Datum Axis: 2 Points:

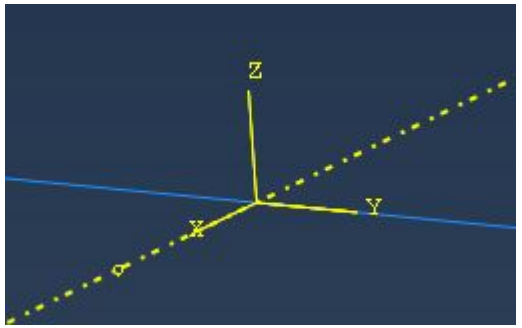




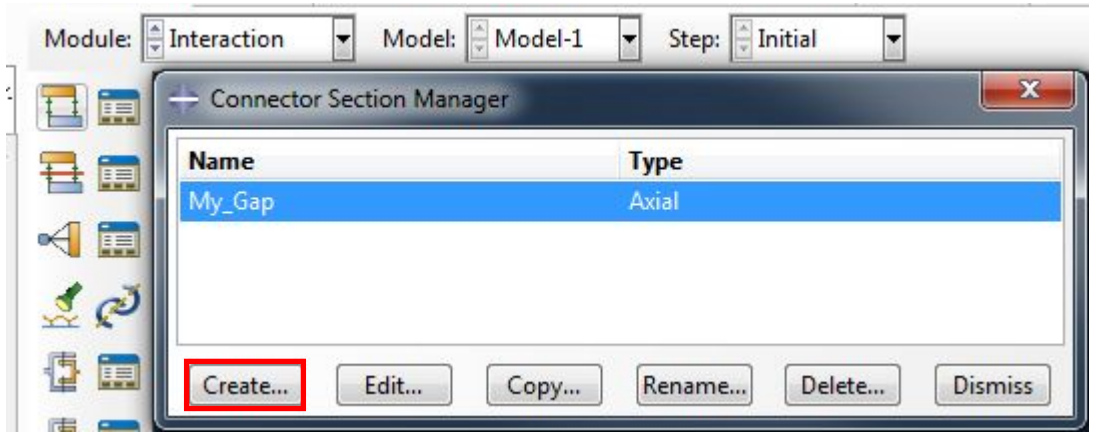
Далее создаем непосредственно саму систему координат. Для этого в модуле Interaction выбираем инструмент Create Datum CSYS: 2 Lines:

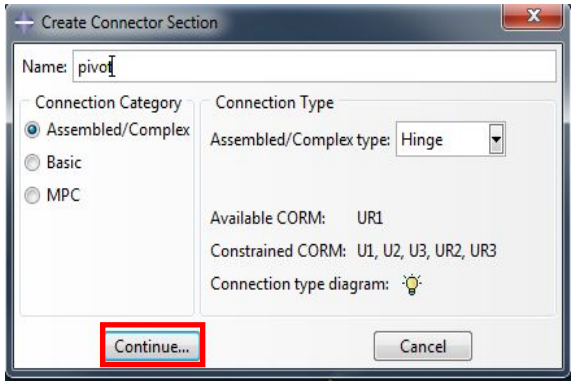


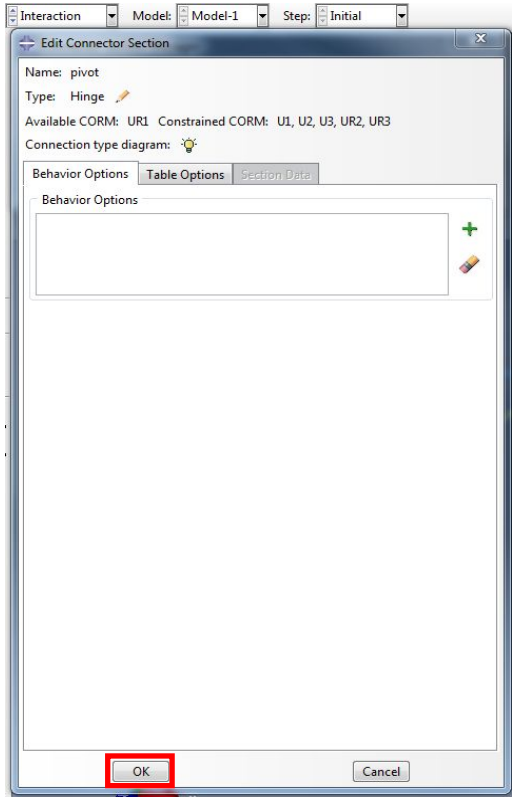




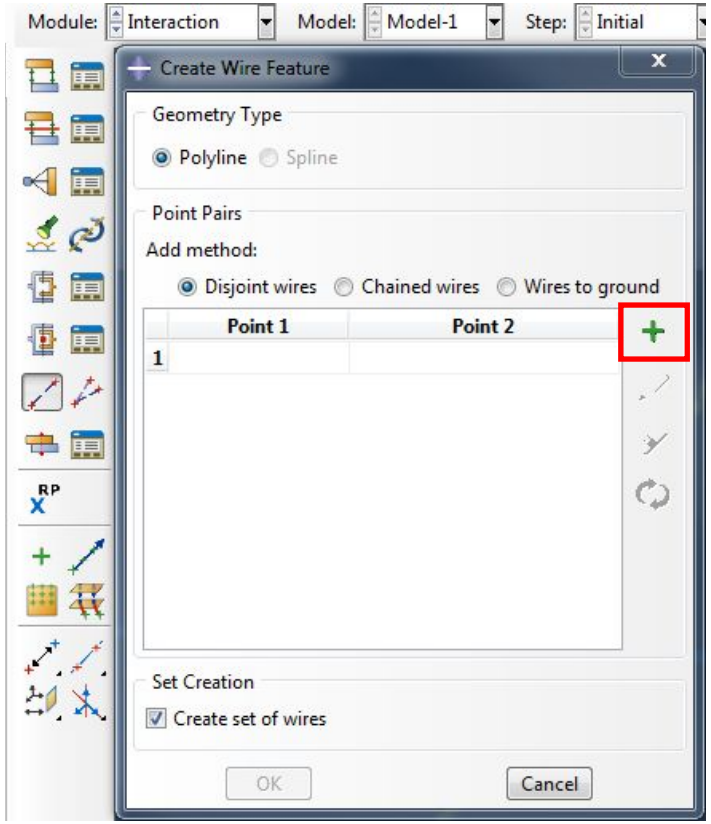
В качестве оси вращения шарнирного соединения обязательно должна быть выбрана ось x в указанной системе координат. С помощью Connector Section Manager /диспетчера сечений коннектора/ создаем новое сечение для шарнира:

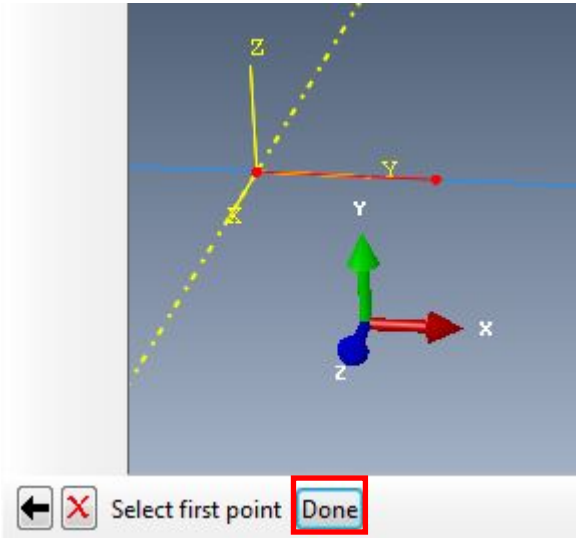


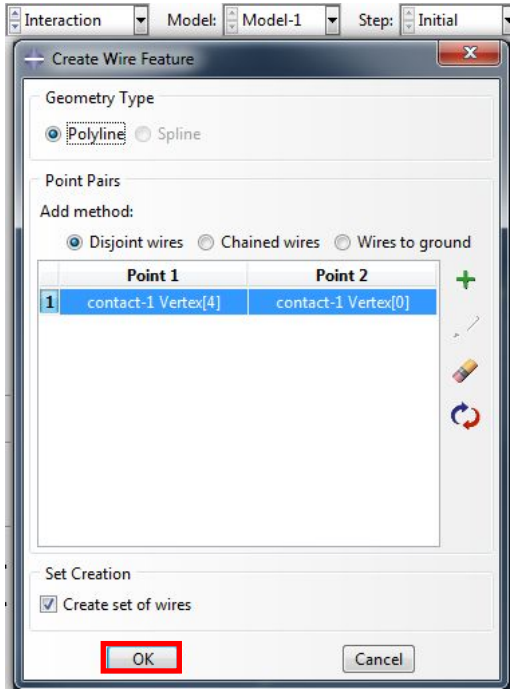




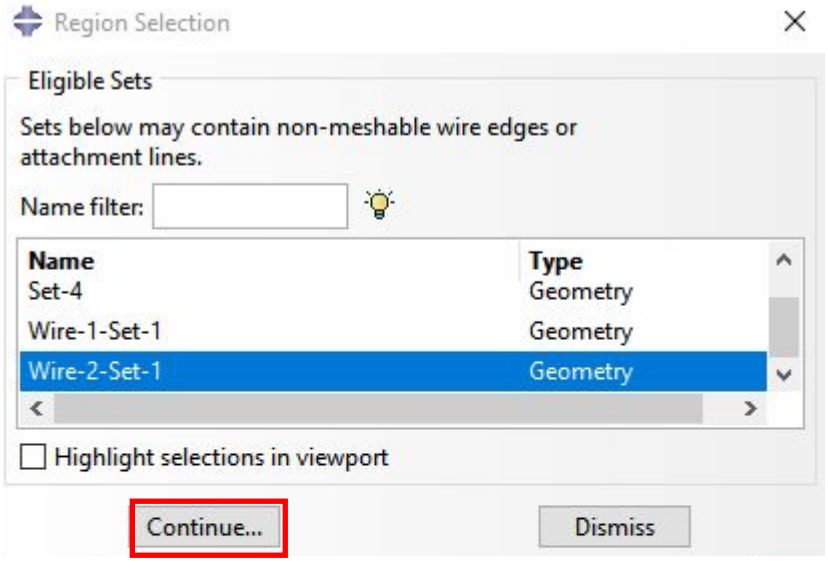
Далее создадим WIRE (проволочную геометрию), которой затем назначим коннектор:



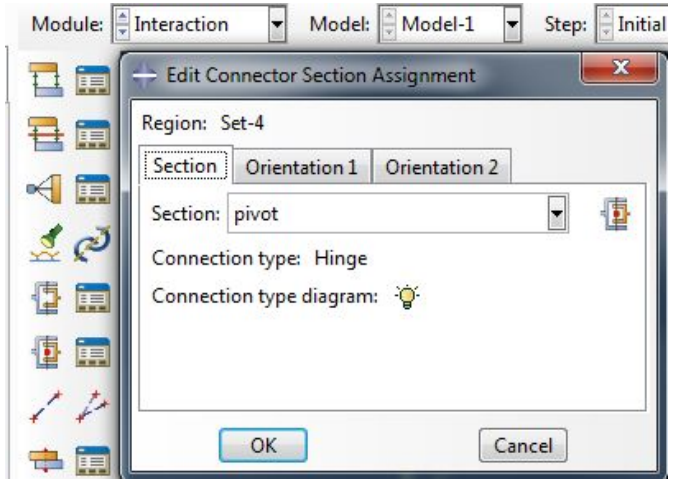


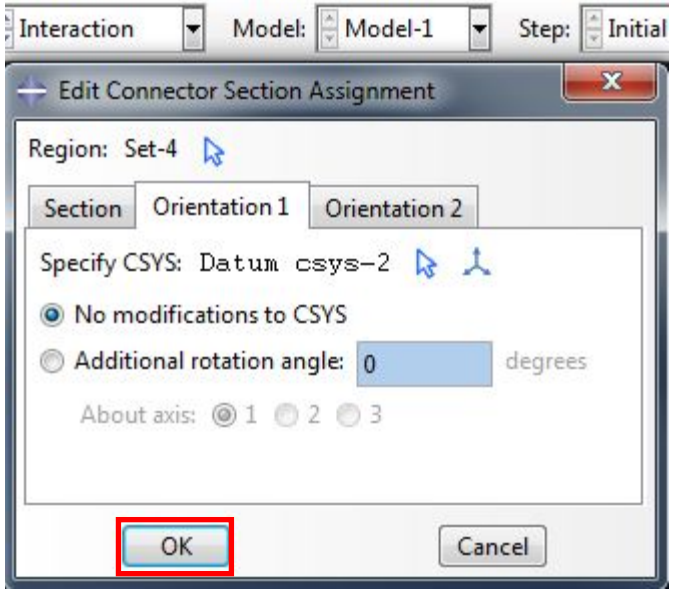


Module: Interaction

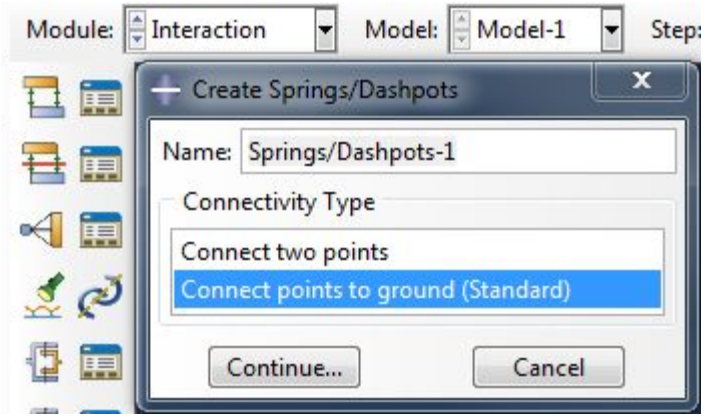

Region Selection
Eligible Sets
Sets below may contain non-meshable wire edges or attachment lines.
Name filter:
Name
Type
Set-4
Geometry
Wire-1-Set-1
Geometry
Wire-2-Set-1
Geometry
Highlight selections in viewport
Continue...
Dismiss

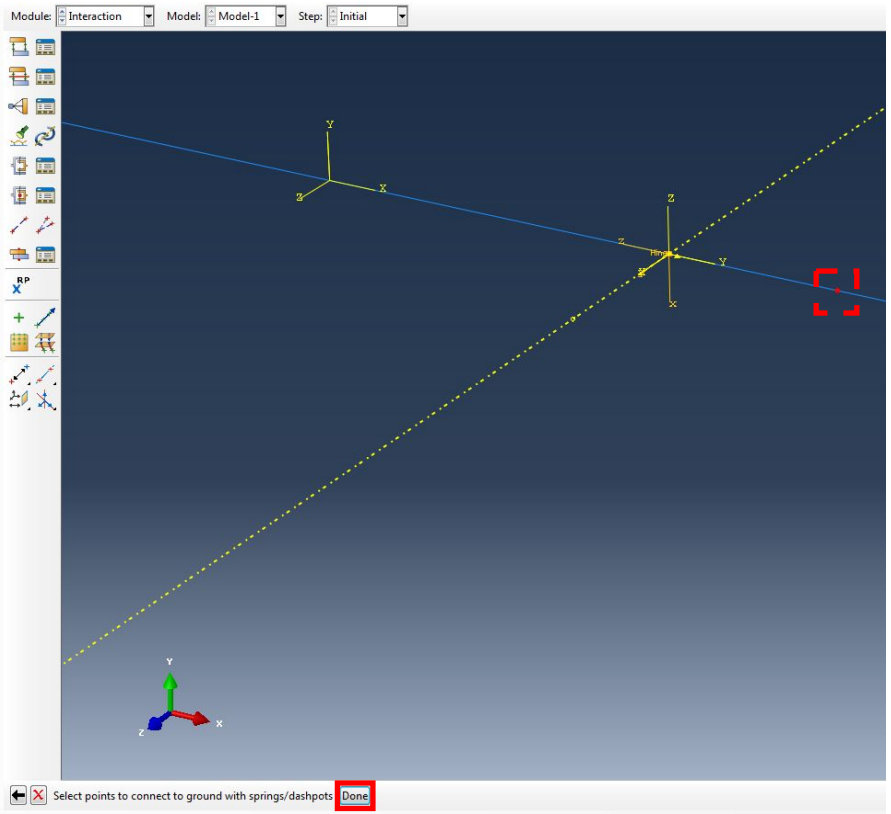
Z
Y
X
Hinge

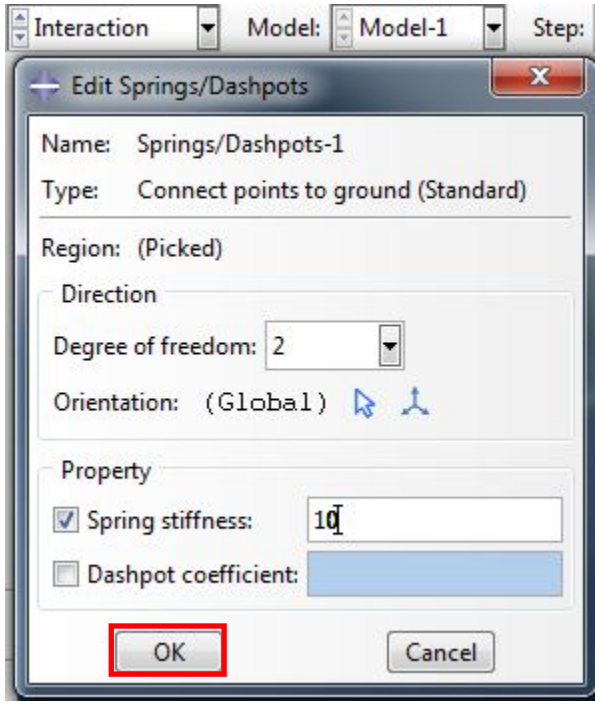

Module: Interaction
Model: Model-1
Step: Initial
Edit Connector Section Assignment
Region: Set-4
Section
Orientation 1
Orientation 2
Section: pivot
Connection type: Hinge
Connection type diagram:
OK
Cancel

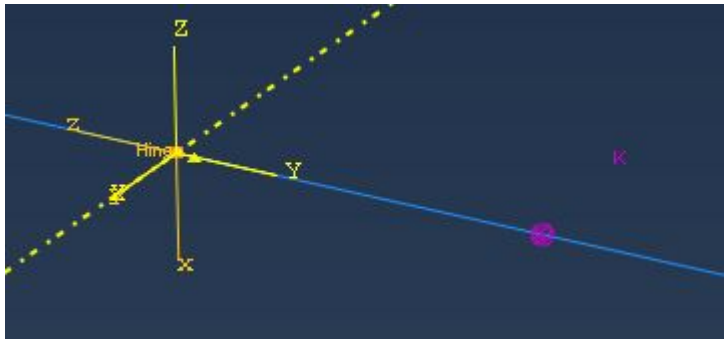

Interaction
Model: Model-1
Step: Initial
Edit Connector Section Assignment
Region: Set-4
Section
Orientation 1
Orientation 2
Specify CSYS: Datum csys-2
No modifications to CSYS
Additional rotation angle: 0
degrees
About axis: 1 2 3
OK
Cancel

7) Создадим пружину. Для этого в ветви Engineering Features □ Springs/Dashpots дважды щелкнем по пункту Springs/Dashpots:

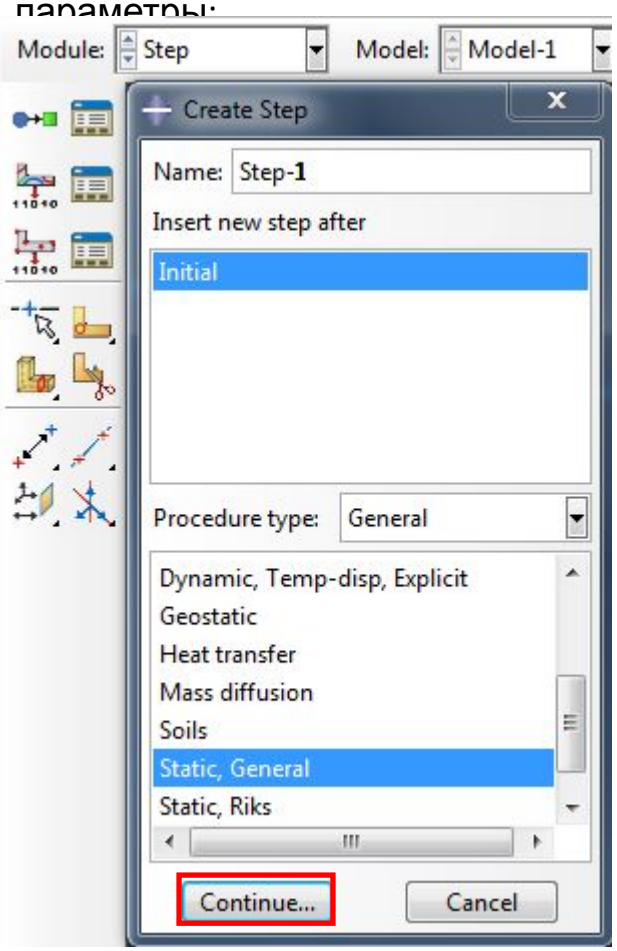


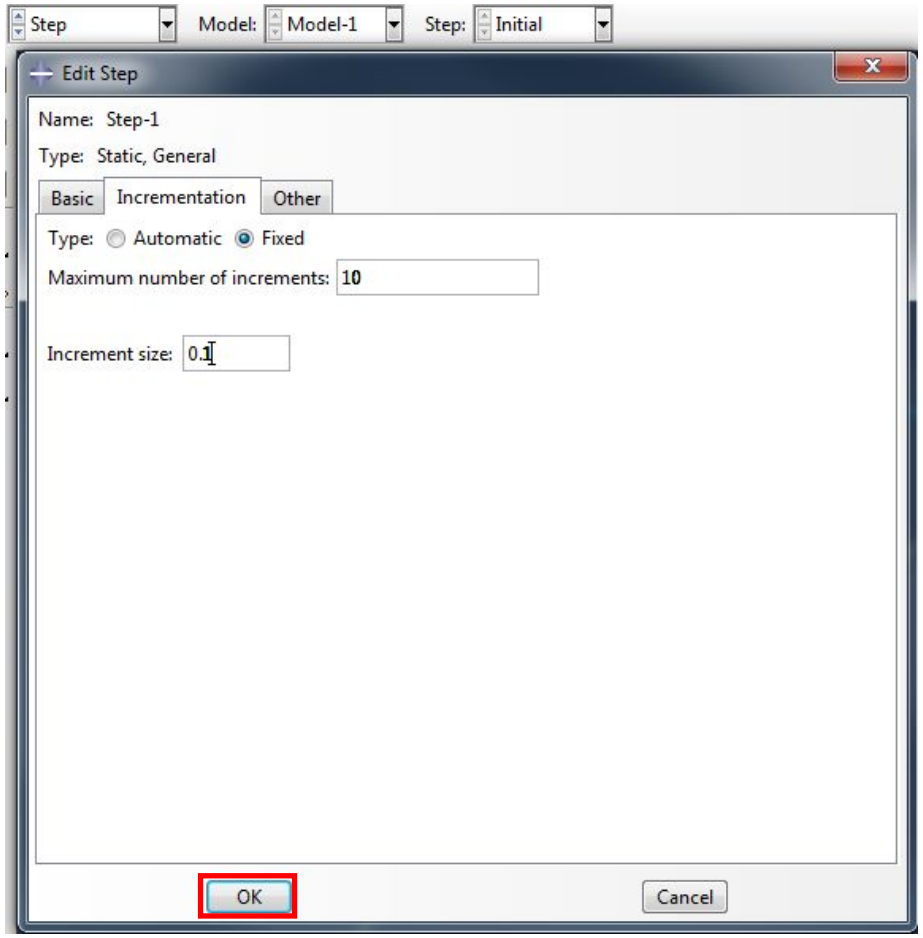




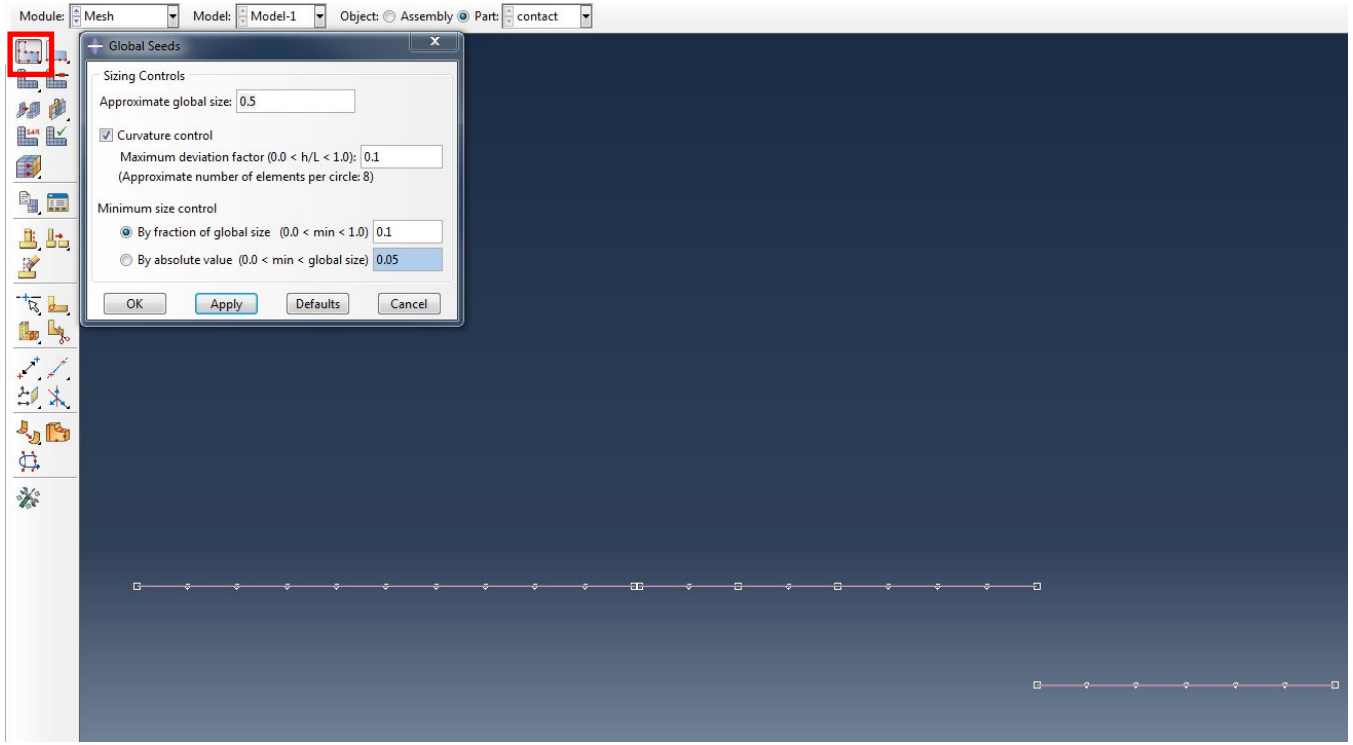


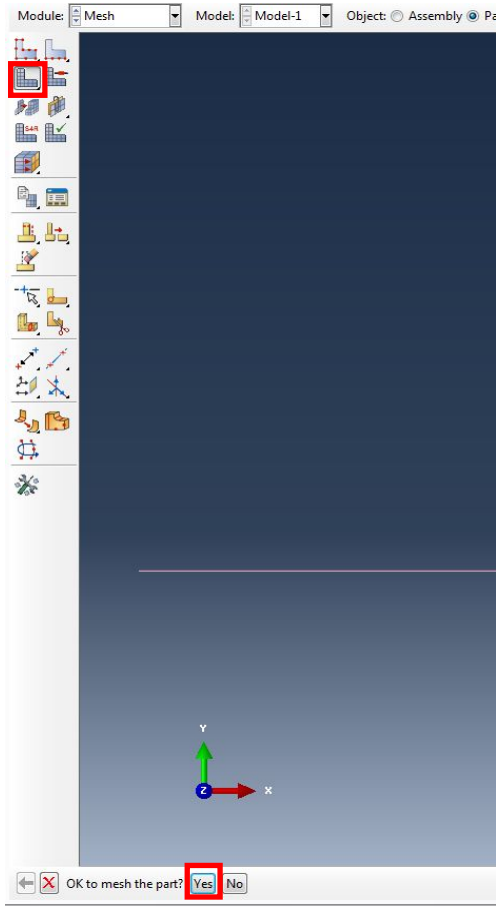
8) Создадим шаг анализа. Для этого в модуле Step выберем инструмент Create Step и выберем следующие параметры:



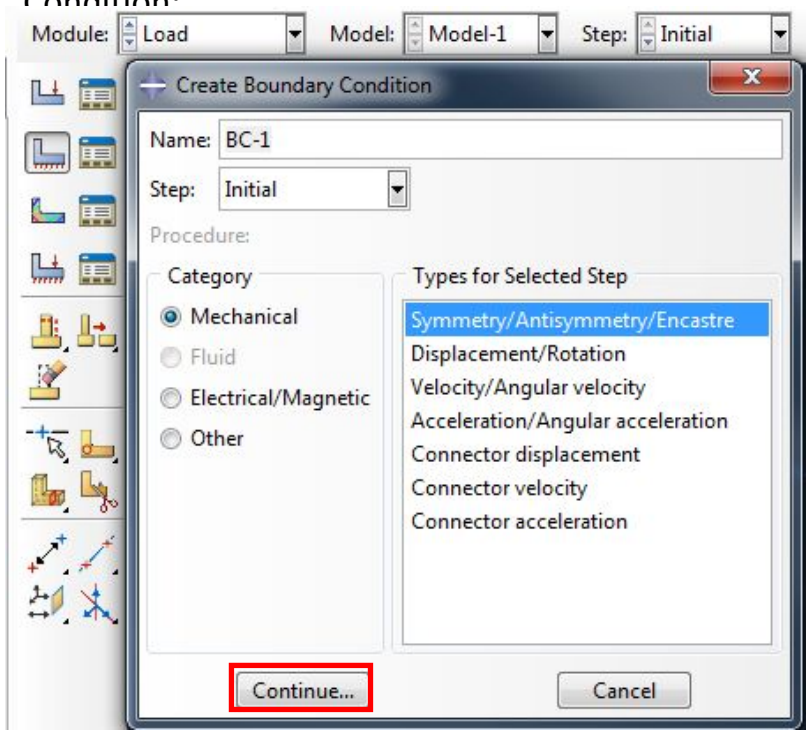


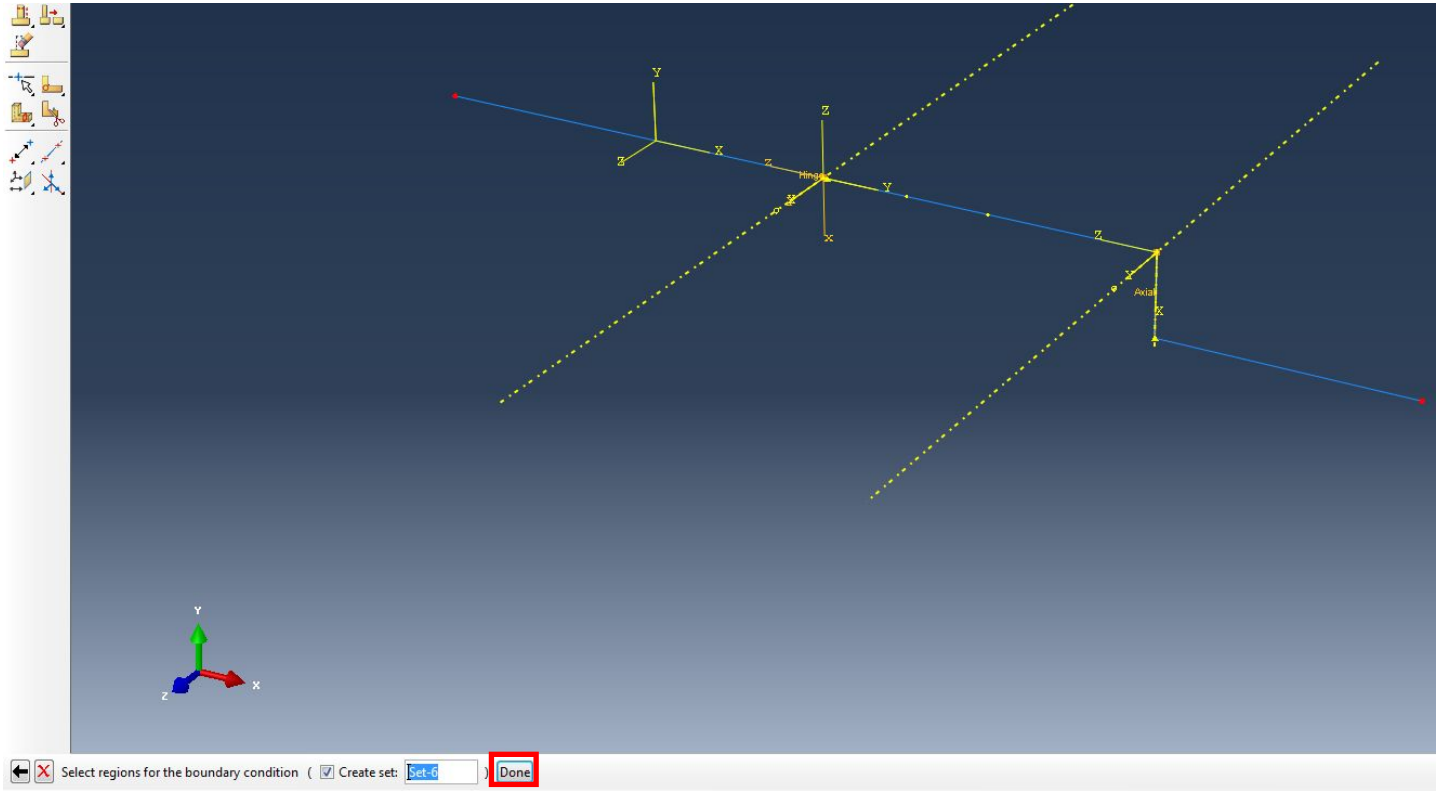
9) Создадим КЭ сетку для нашей модели. Для этого в модуле Mesh выберем инструмент Seed Part Instance:

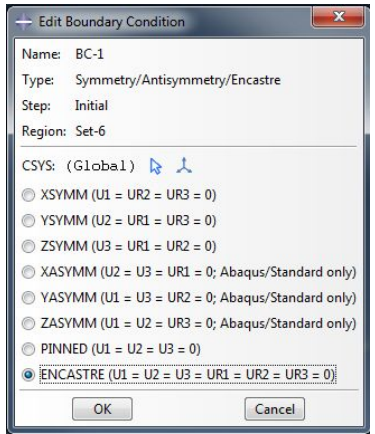


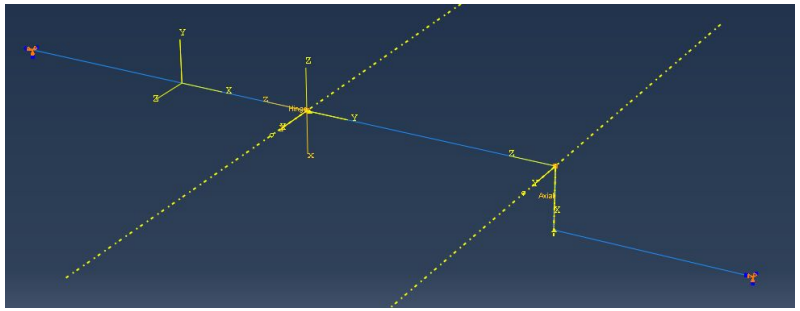


10) Создадим граничные условия для нашей модели. Для этого в модуле Load выберем инструмент Create Boundary Condition:

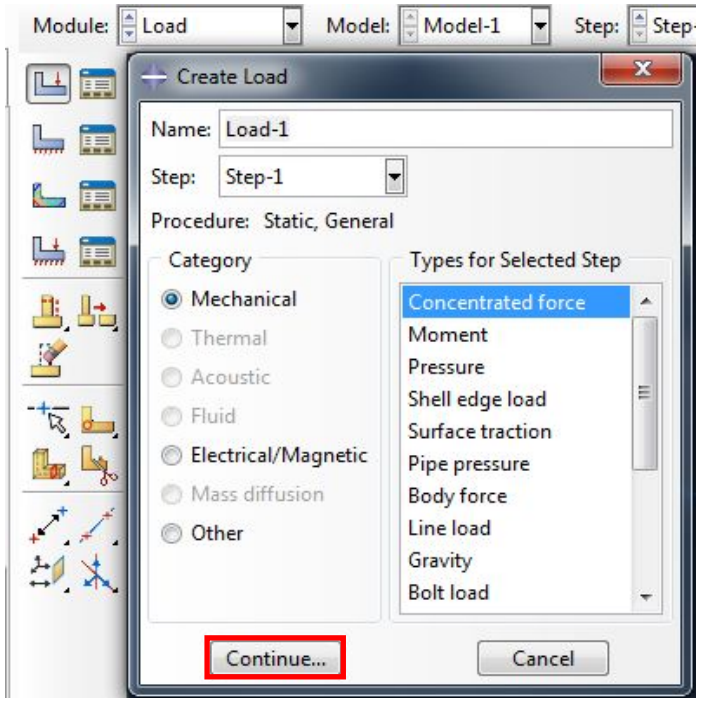


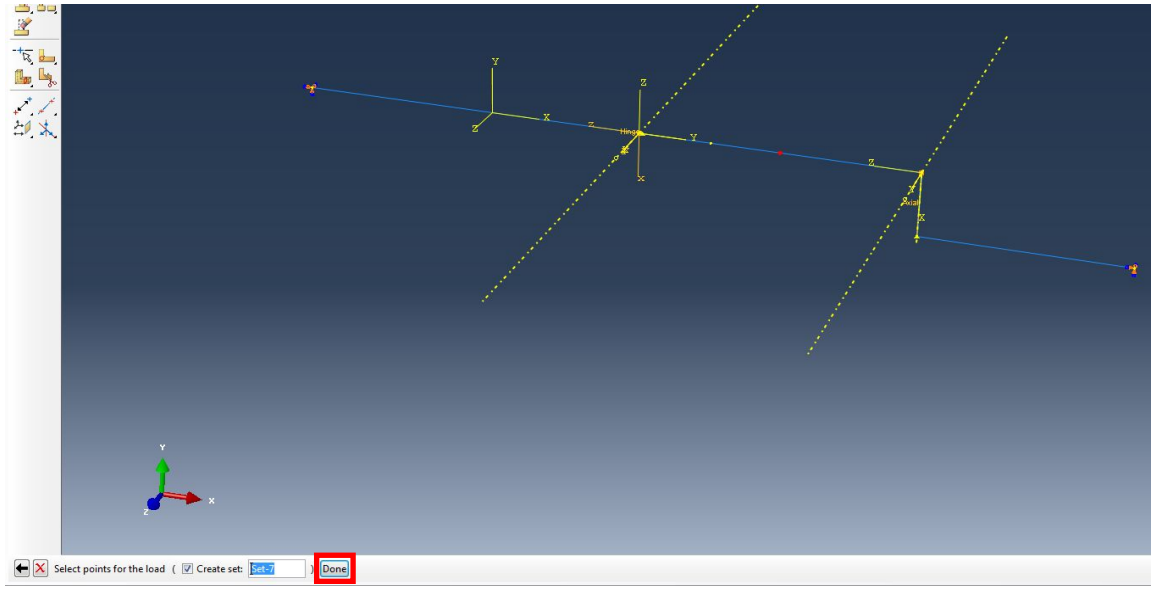


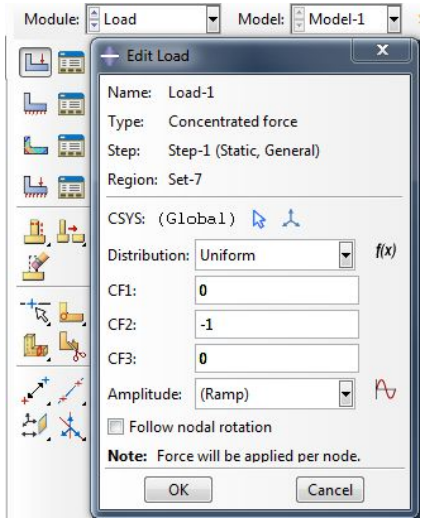


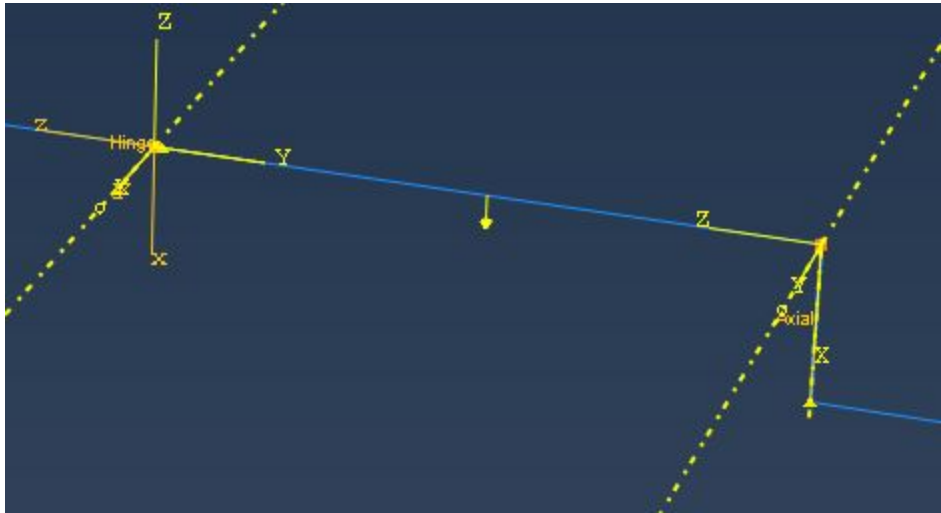


Далее создадим нагрузку для нашей модели. Для этого в модуле Load выберем инструмент Create Load □ Concentrated Force:

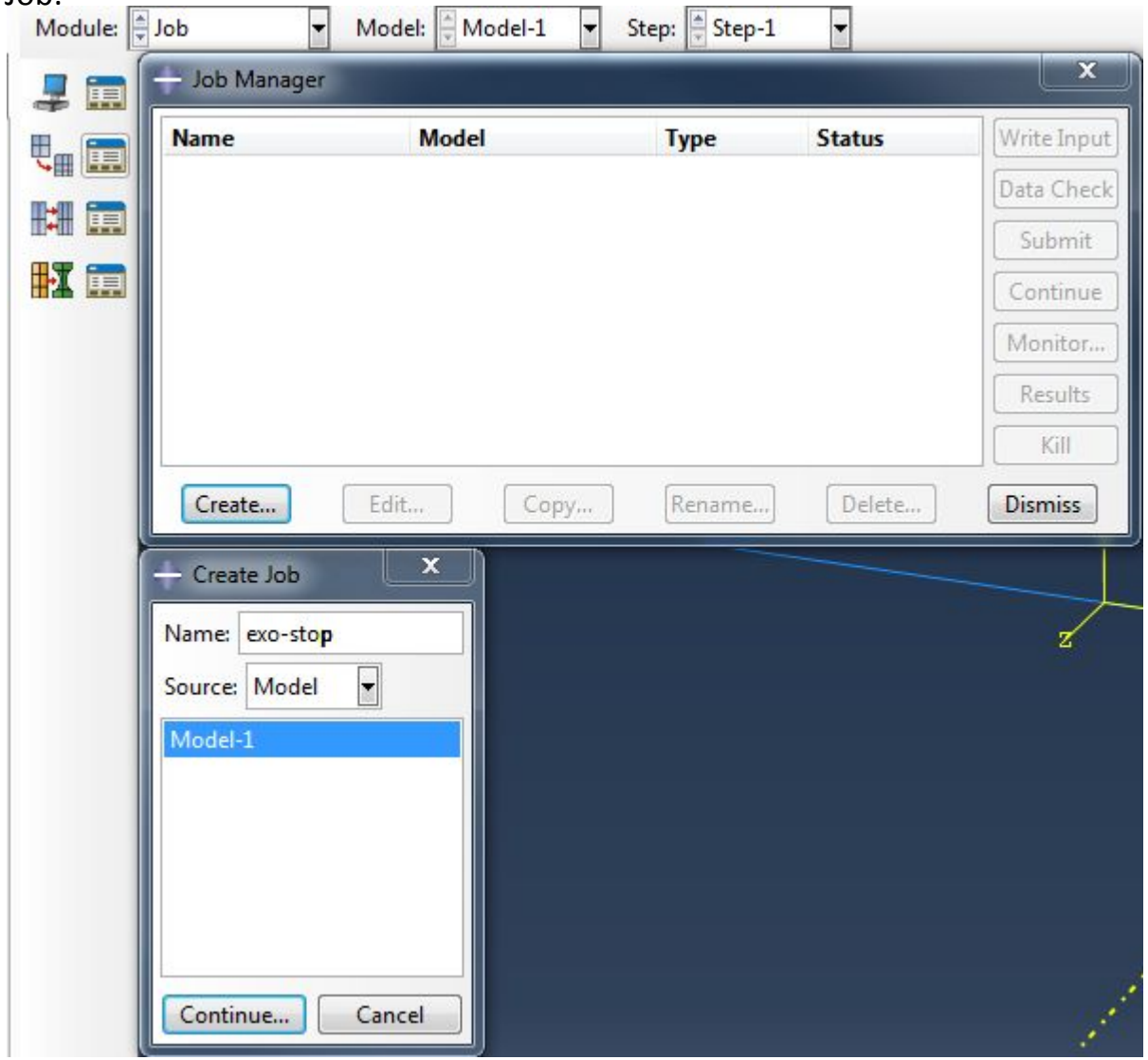


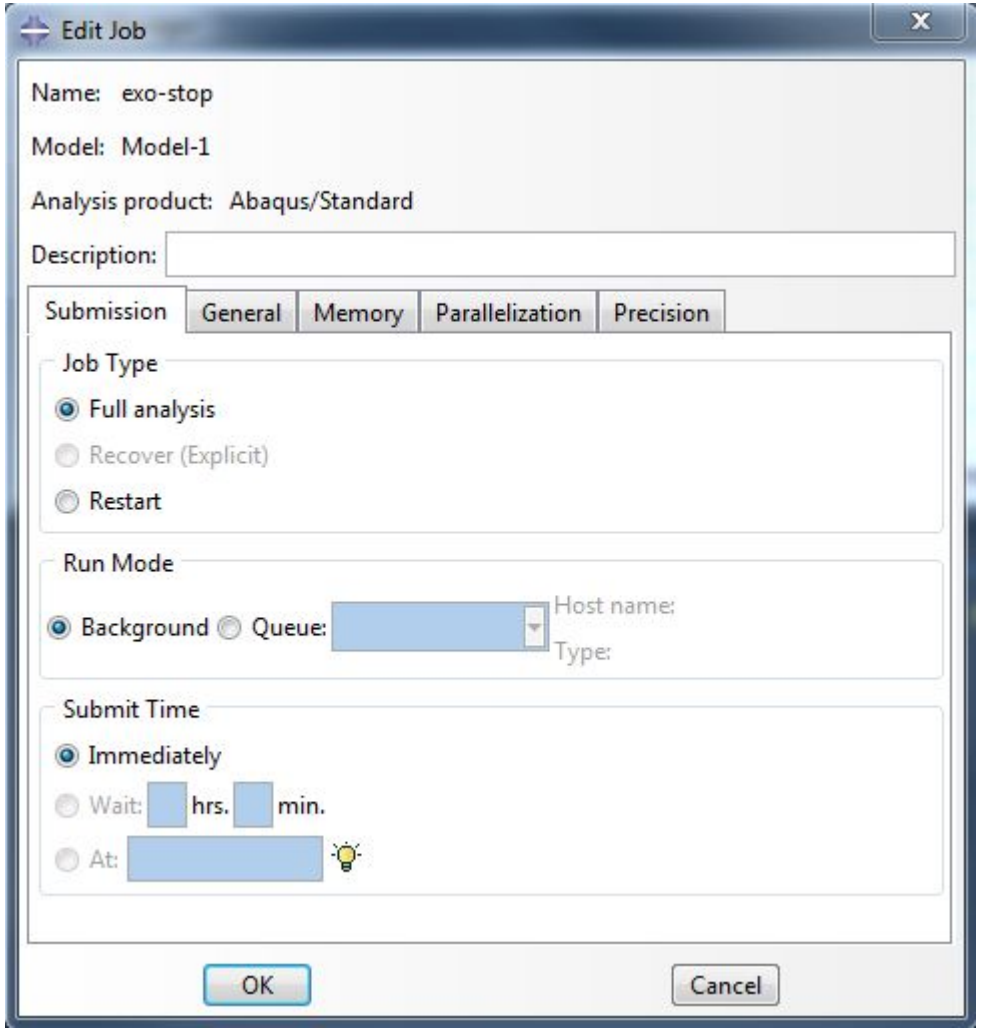




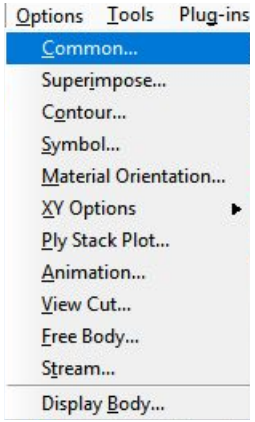


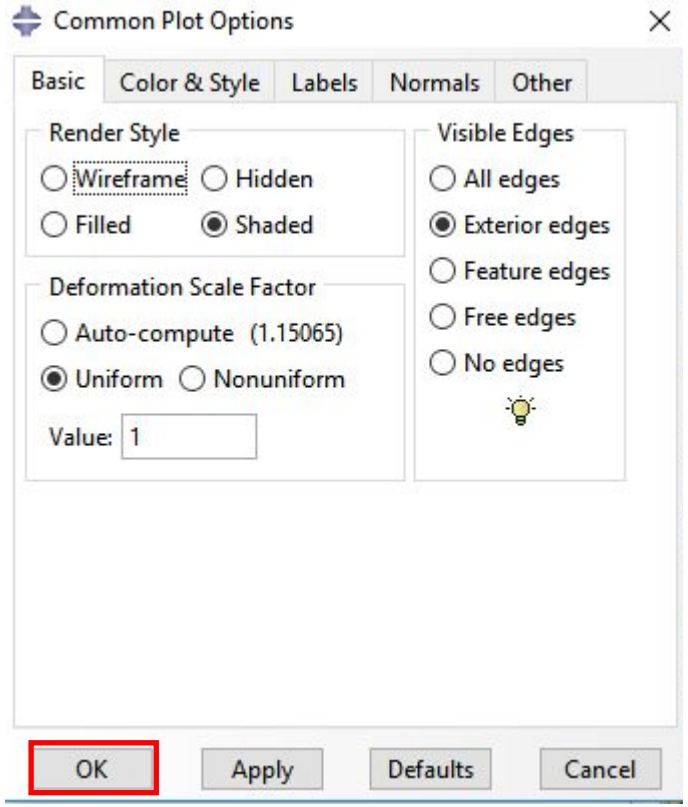
11) Создадим Job /Задачу/ в модуле Job:

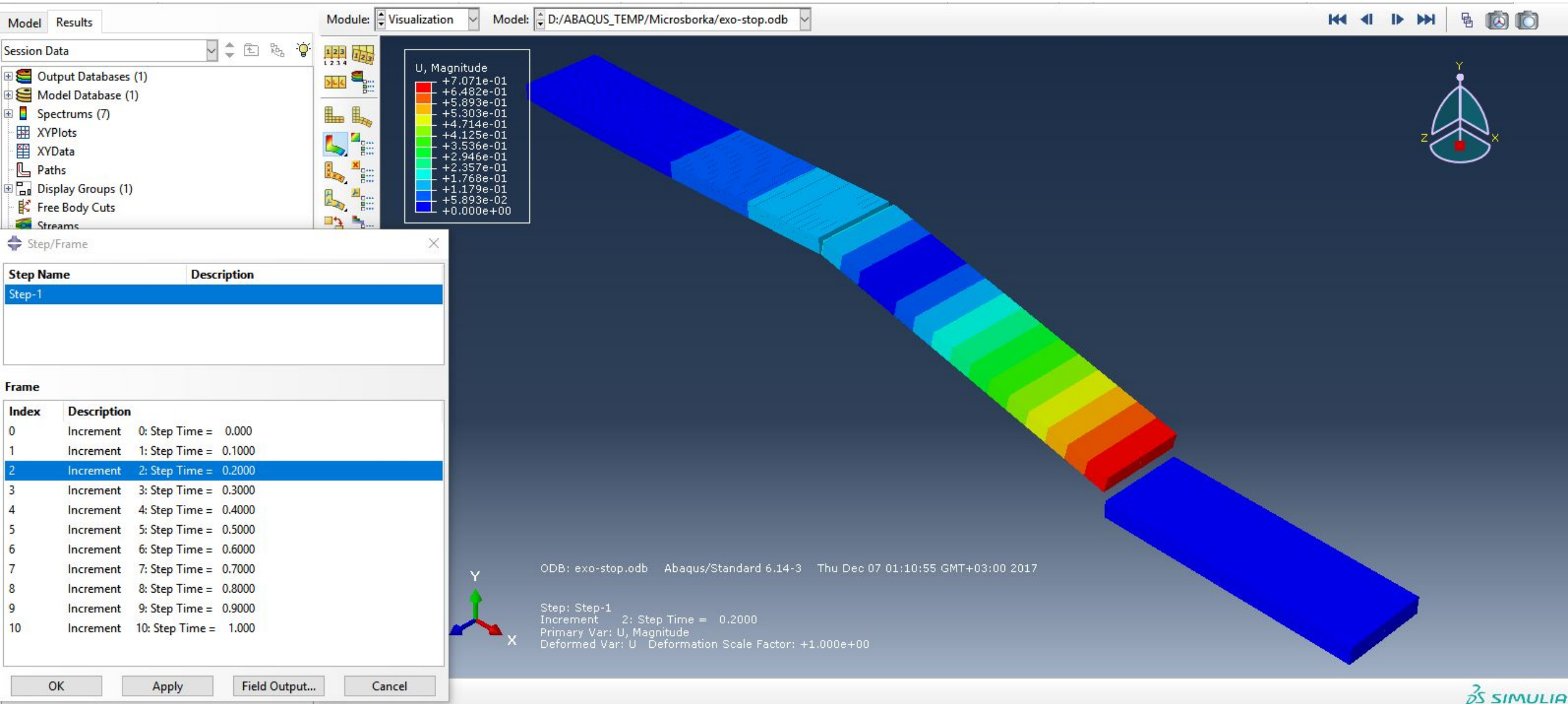


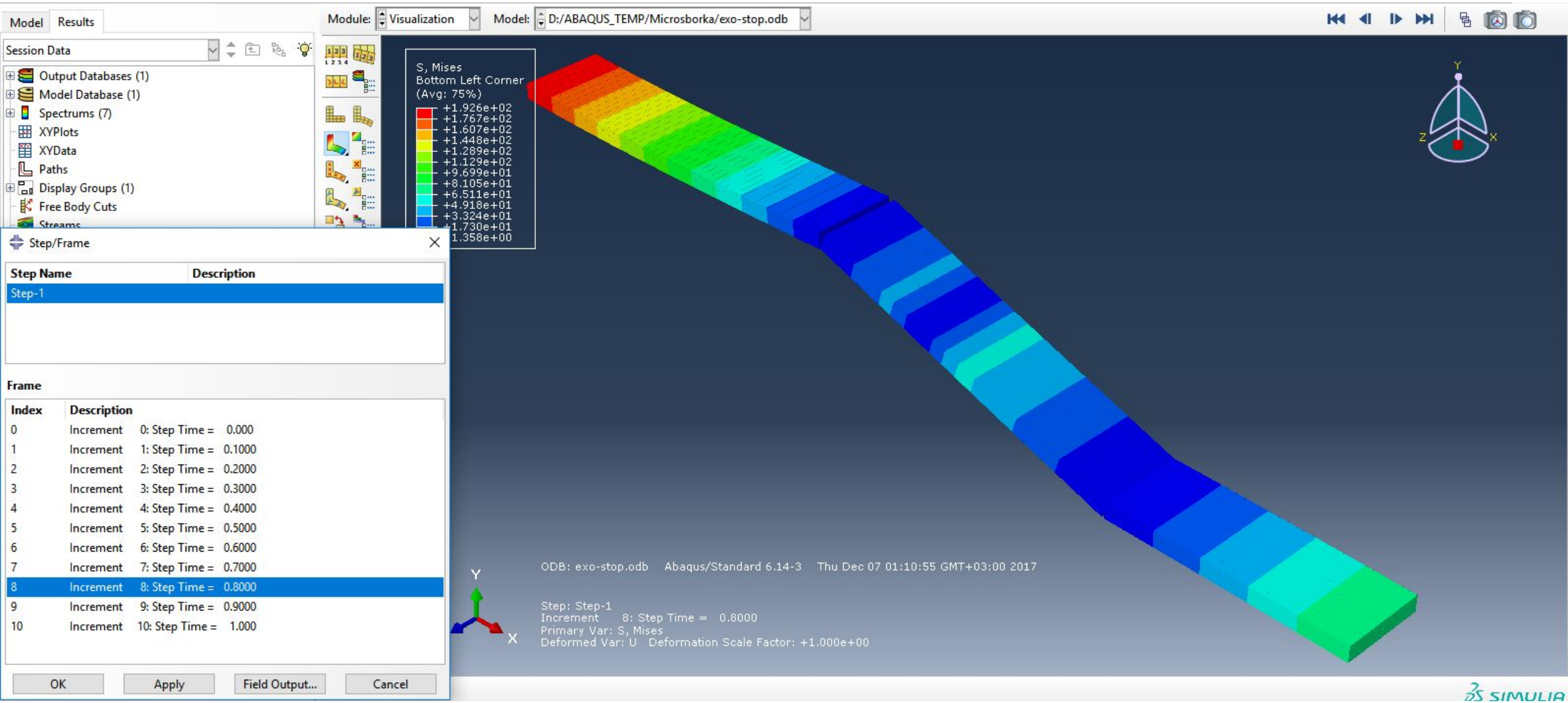


12) Визуализируем результаты. Предварительно установим отображение деформаций без масштабирования:



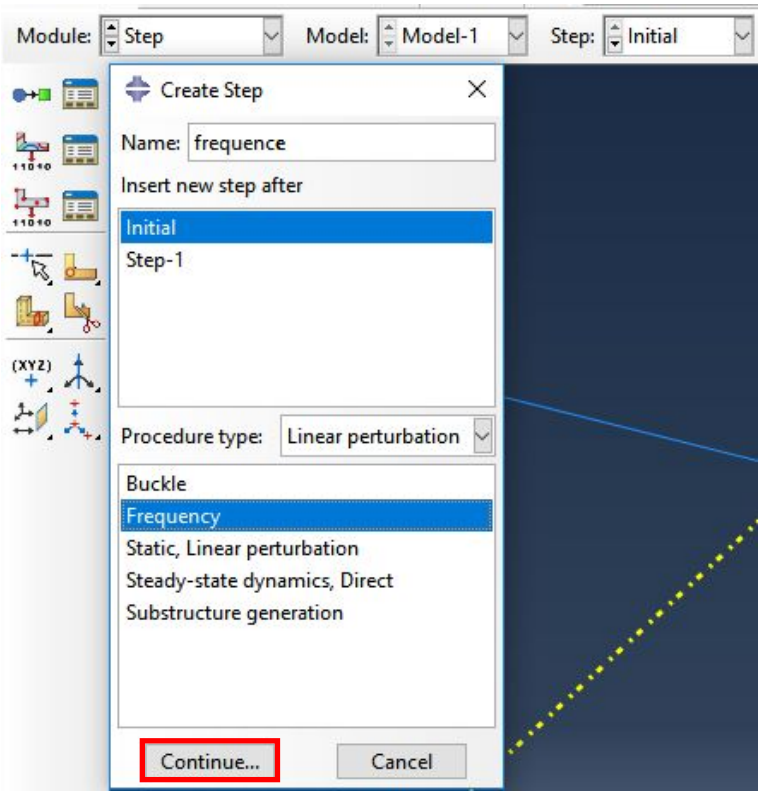


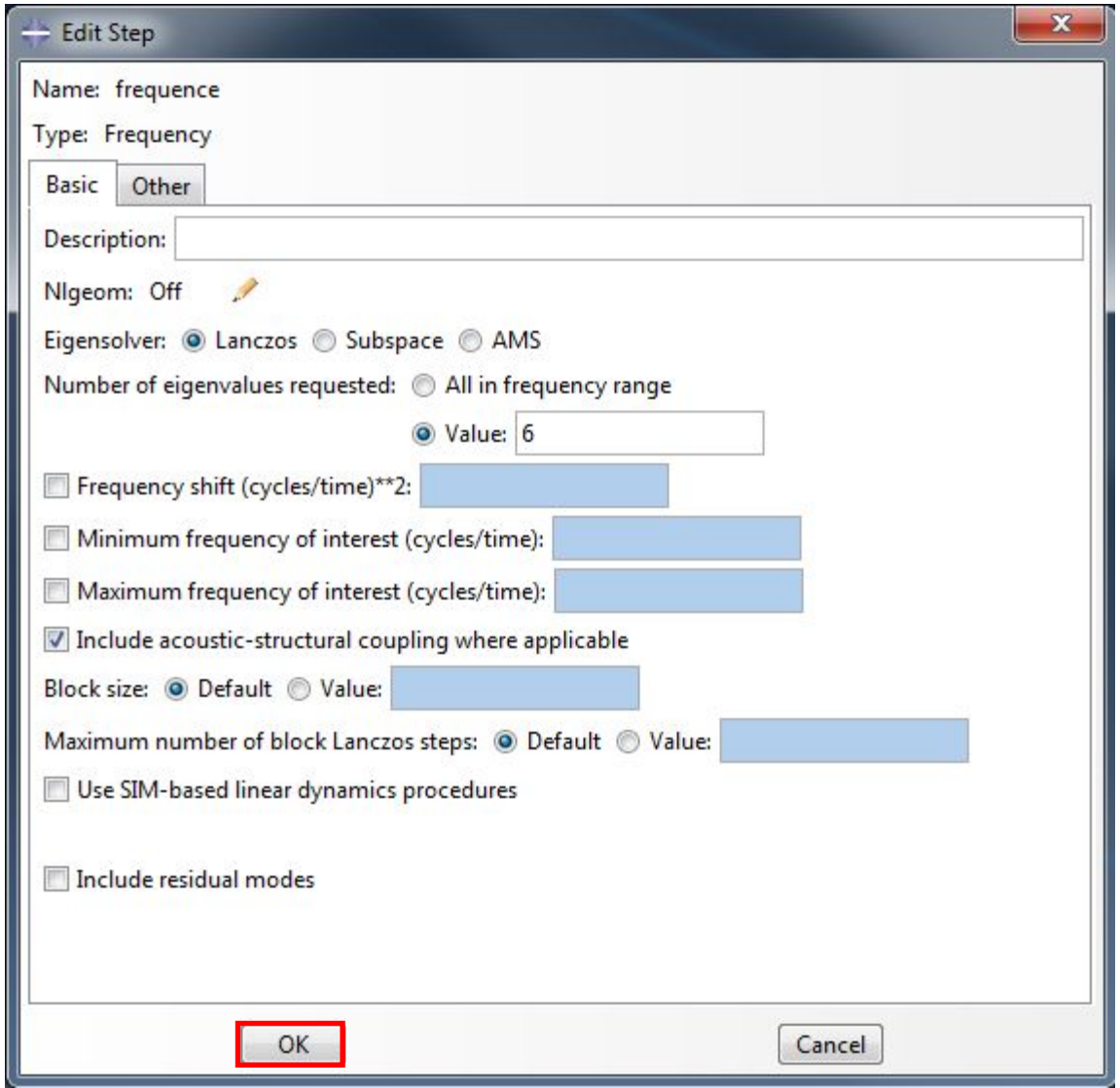

Model
Results
Module: Visualization
Model: D:/ABAQUS_TEMP/Microsborka/exo-stop.odb
Session Data
Output Databases (1)
Model Database (1)
Spectrums (7)
XYPlots
XYData
Paths
Display Groups (1)
Free Body Cuts
Streams
U, Magnitude
+7.071e-01
+6.482e-01
+5.893e-01
+5.303e-01
+4.714e-01
+4.125e-01
+3.536e-01
+2.946e-01
+2.357e-01
+1.768e-01
+1.179e-01
+5.893e-02
+0.000e+00
Step/Frame
Step Name
Description
Step-1
Frame
Index
Description
0 Increment 0: Step Time = 0.000
1 Increment 1: Step Time = 0.1000
2 Increment 2: Step Time = 0.2000
3 Increment 3: Step Time = 0.3000
4 Increment 4: Step Time = 0.4000
5 Increment 5: Step Time = 0.5000
6 Increment 6: Step Time = 0.6000
7 Increment 7: Step Time = 0.7000
8 Increment 8: Step Time = 0.8000
9 Increment 9: Step Time = 0.9000
10 Increment 10: Step Time = 1.000
OK
Apply
Field Output...
Cancel
ODB: exo-stop.odb Abaqus/Standard 6.14-3 Thu Dec 07 01:10:55 GMT+03:00 2017
Step: Step-1
Increment 2: Step Time = 0.2000
Primary Var: U, Magnitude
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000e+00
Y
X
Z
SIMULIA


Model
Results
Module: Visualization
Model: D:/ABAQUS_TEMP/Microsborka/exo-stop.odb
Session Data
Output Databases (1)
Model Database (1)
Spectrums (7)
XYPlots
XYData
Paths
Display Groups (1)
Free Body Cuts
Streams
S, Mises
Bottom Left Corner
(Avg: 75%)
+1.926e+02
+1.767e+02
+1.607e+02
+1.448e+02
+1.289e+02
+1.129e+02
+9.699e+01
+8.105e+01
+6.511e+01
+4.918e+01
+3.324e+01
+1.730e+01
1.358e+00
Step/Frame
Step Name
Description
Step-1
Frame
Index
Description
0 Increment 0: Step Time = 0.000
1 Increment 1: Step Time = 0.1000
2 Increment 2: Step Time = 0.2000
3 Increment 3: Step Time = 0.3000
4 Increment 4: Step Time = 0.4000
5 Increment 5: Step Time = 0.5000
6 Increment 6: Step Time = 0.6000
7 Increment 7: Step Time = 0.7000
8 Increment 8: Step Time = 0.8000
9 Increment 9: Step Time = 0.9000
10 Increment 10: Step Time = 1.000
OK
Apply
Field Output...
Cancel
ODB: exo-stop.odb Abaqus/Standard 6.14-3 Thu Dec 07 01:10:55 GMT+03:00 2017
Step: Step-1
Increment 8: Step Time = 0.8000
Primary Var: S, Mises
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000e+00
Y
X
Z
SIMULIA

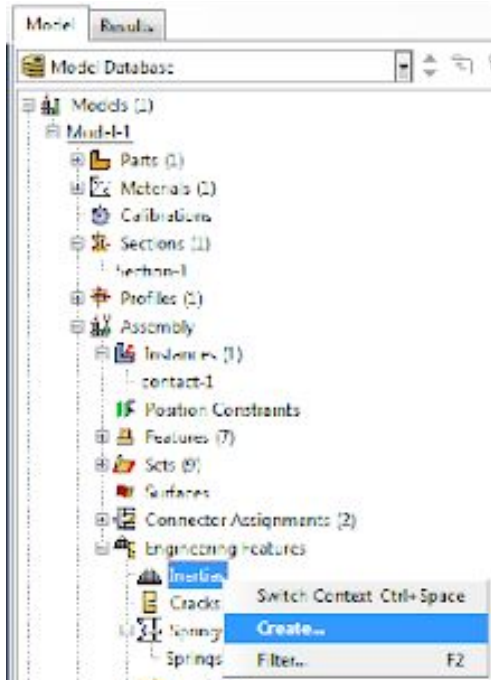
Часть 2: Модальный анализ

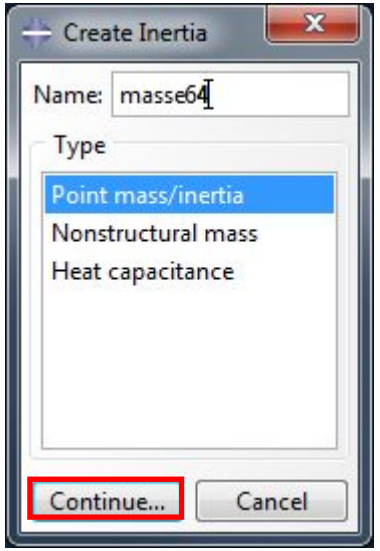
В электронике для покрытия различного рода контактов с целью снижения омического сопротивления применяется золото. Масса напыления составляет приблизительно 5×10-4 кг. В модальном анализе эту массу нужно учитывать. Для этого используется точечная масса. Изготовитель хочет знать, как замкнутый и разомкнутый контакт работают при собственных колебаниях. Для оценки собственных колебаний разомкнутого контакта нужно создать шаг Frequency, который будет следовать сразу за шагом Initial.

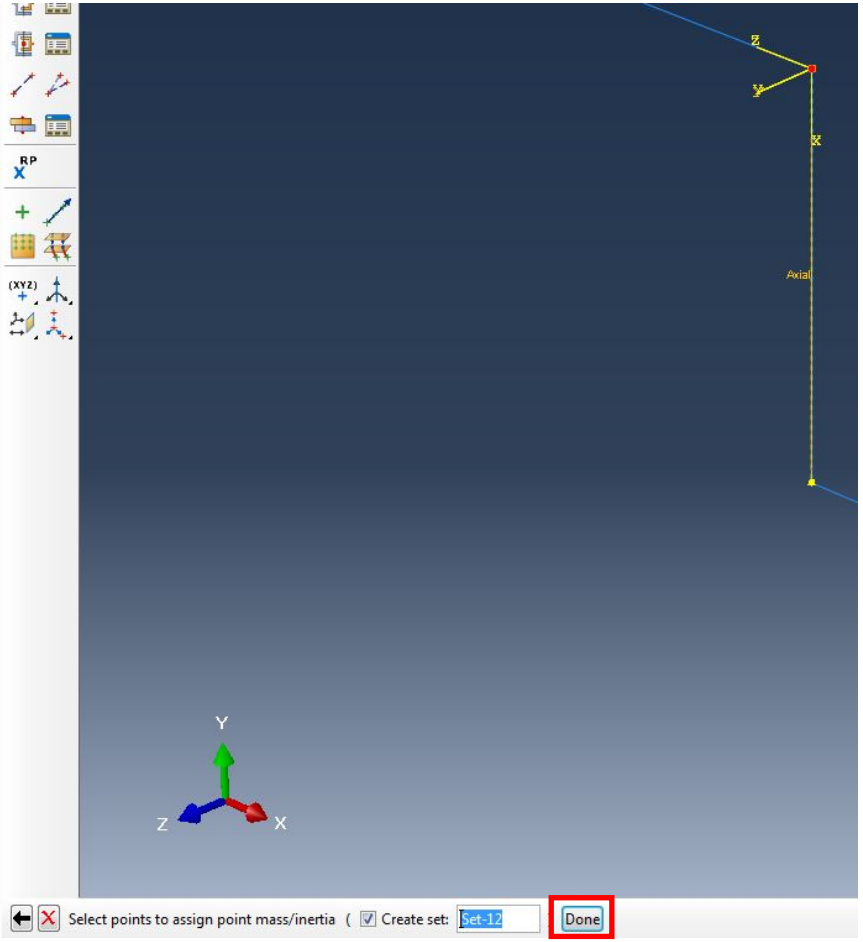


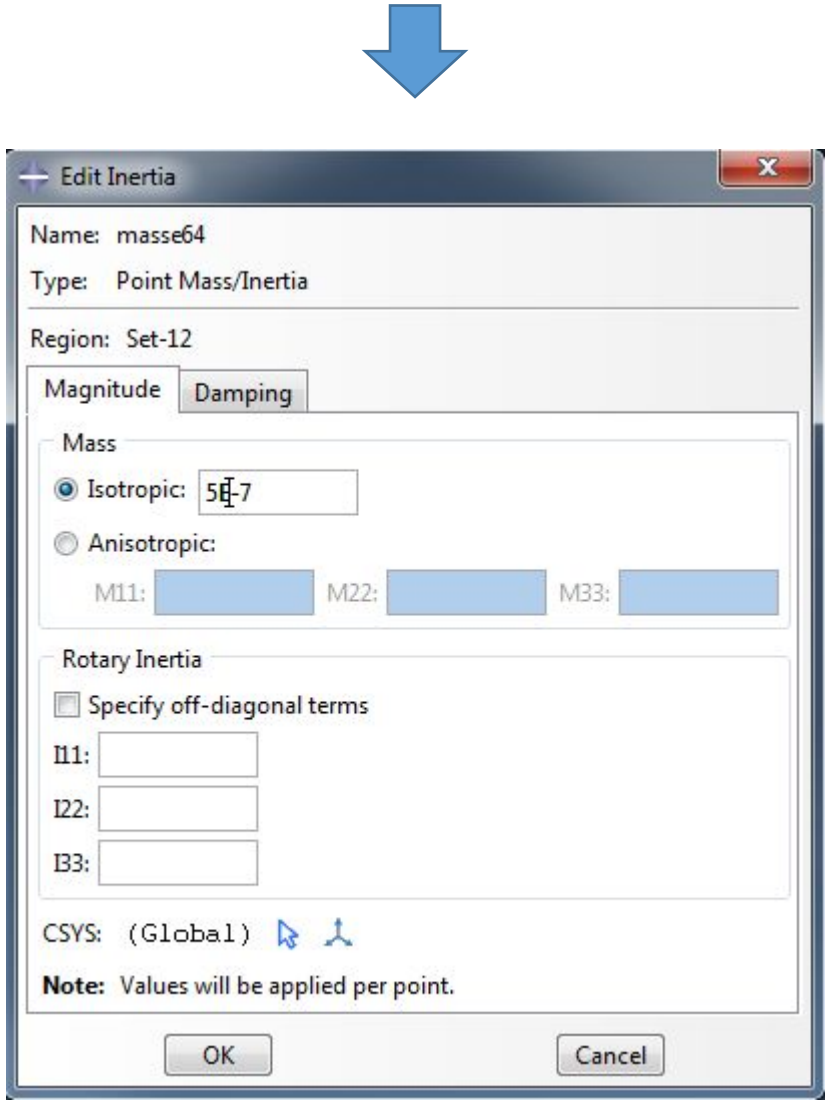


Далее нужно создать точечную массу. Для этого в ветви Assembly нужно раскрыть ветвь Engineering Futures и дважды щелкнуть по пункту Inertias:

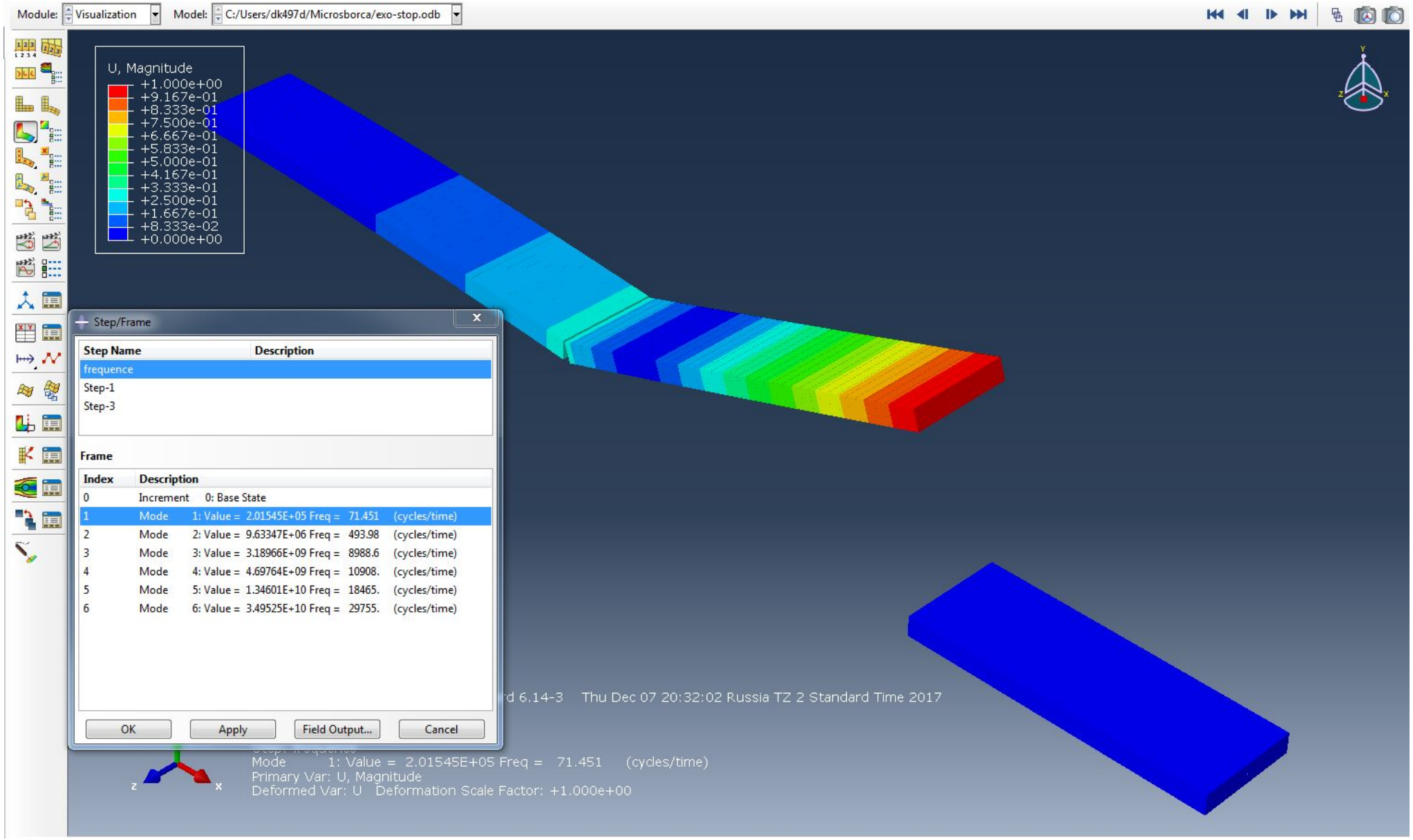




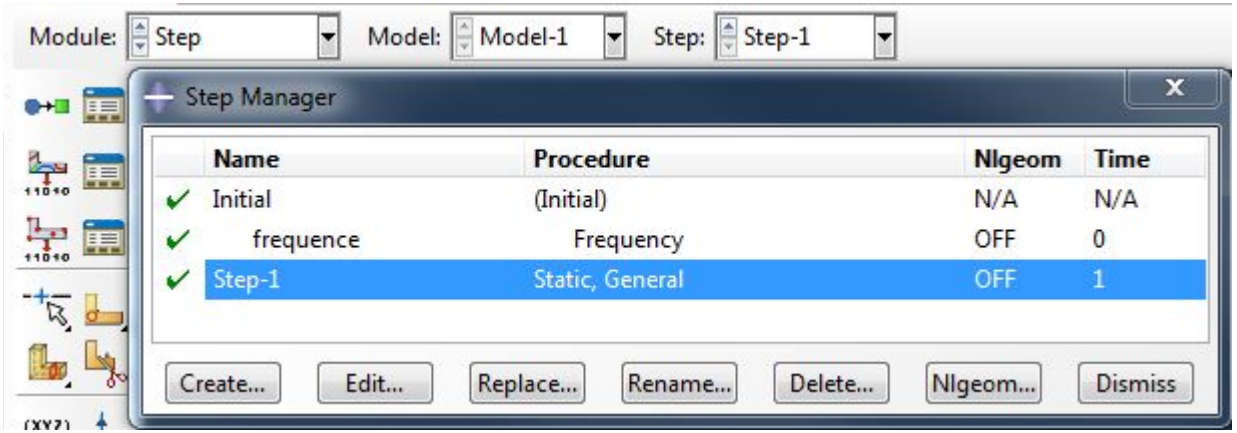


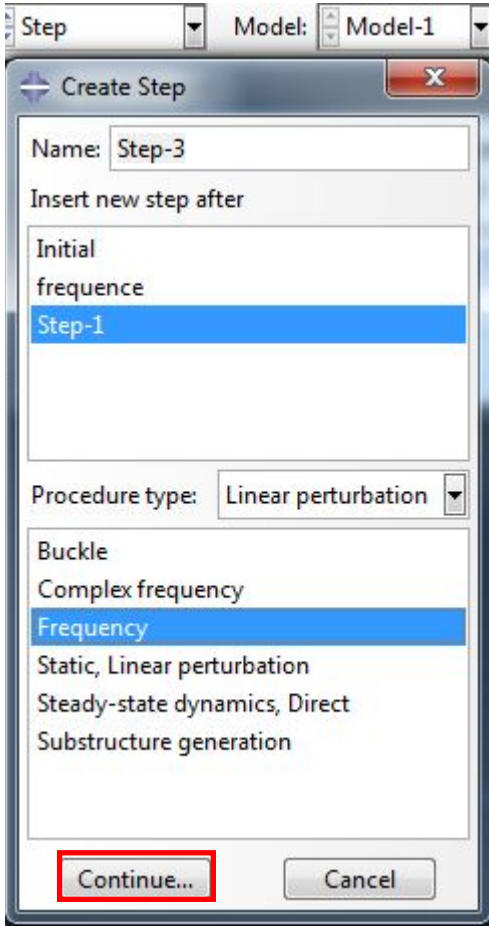

Edit Inertia
Name: masse64
Type: Point Mass/Inertia
Region: Set-12
Magnitude
Damping
Mass
Isotropic: 5E-7
Anisotropic:
M11:
M22:
M33:
Rotary Inertia
Specify off-diagonal terms
I11:
I22:
I33:
CSYS: (Global)
Note: Values will be applied per point.
OK
Cancel

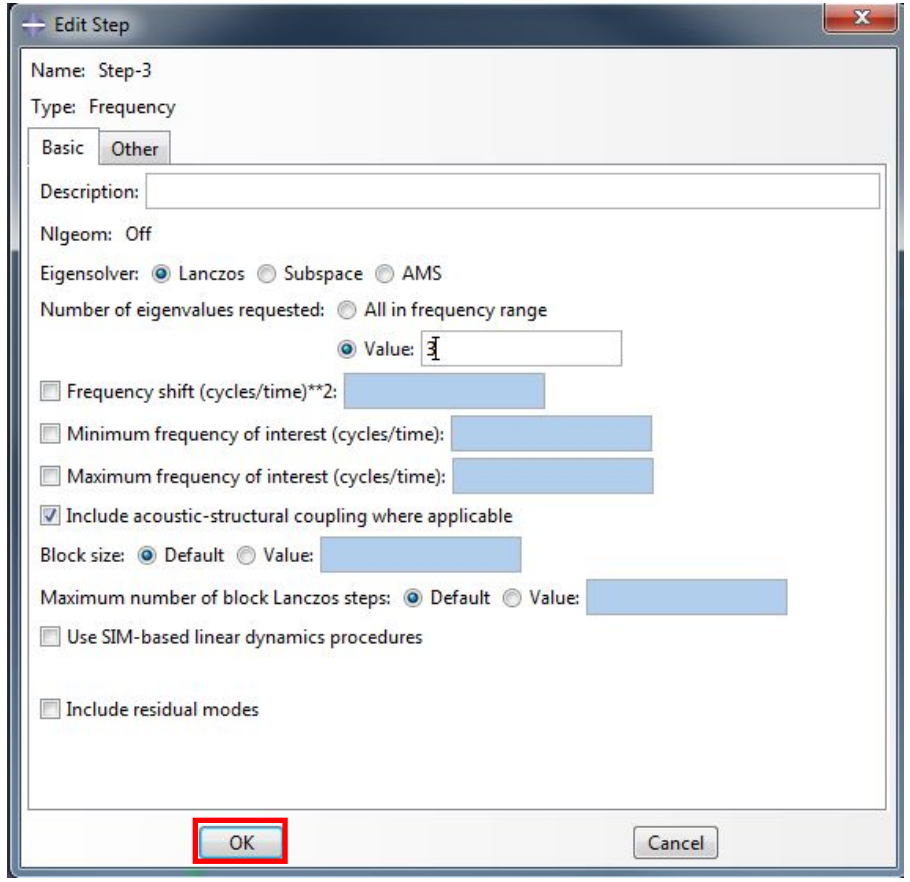
После повторной отправки задачи на счет выводим результаты для разомкнутого контакта:

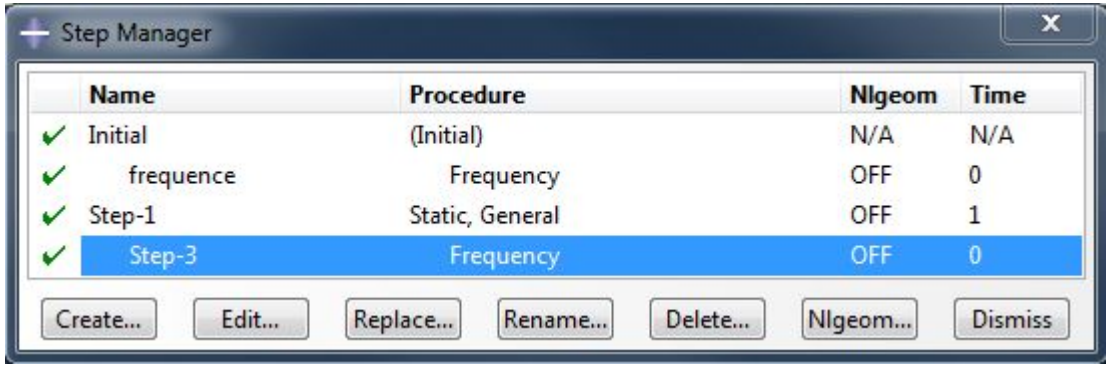


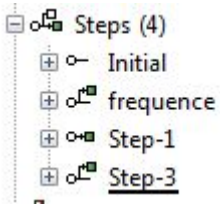
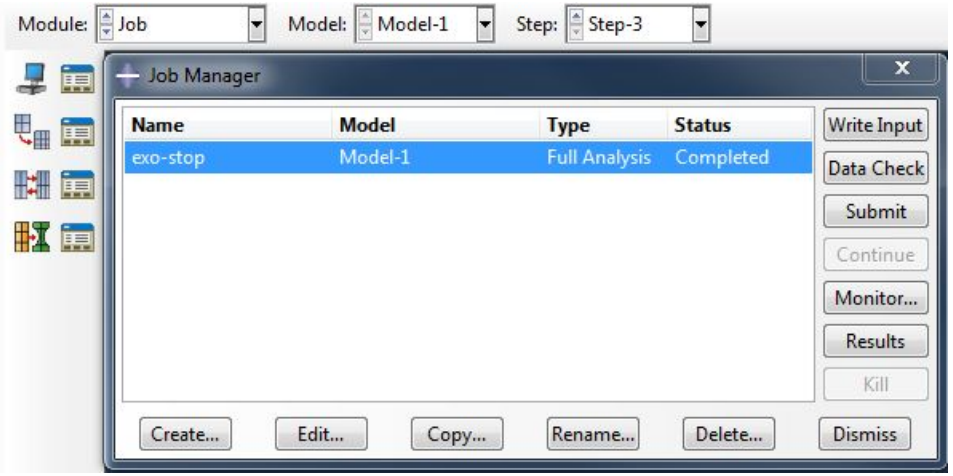
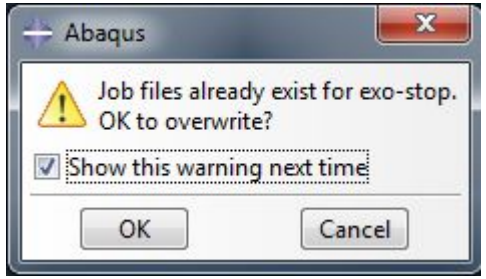
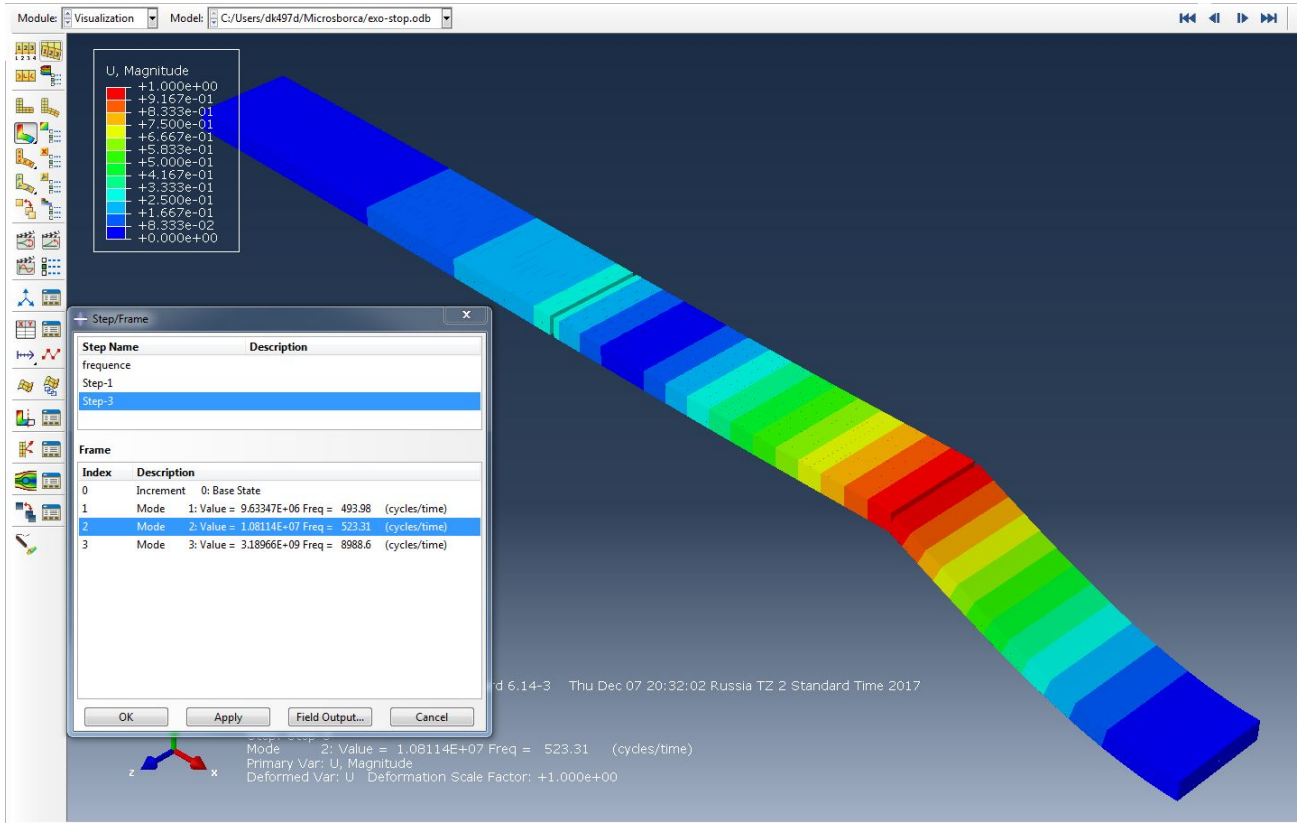
Для оценки собственных колебаний замкнутого контакта нужно создать шаг Frequency, который будет следовать сразу за шагом Step-1. Поэтому шаг Step-1 вначале нужно сделать текущим.






Edit Step
Name: Step-3
Type: Frequency
Basic
Other
Description:
NIgeom: Off
Eigensolver: Lanczos Subspace AMS
Number of eigenvalues requested: All in frequency range
Value: 3
Frequency shift (cycles/time)**2:
Minimum frequency of interest (cycles/time):
Maximum frequency of interest (cycles/time):
Include acoustic-structural coupling where applicable
Block size: Default Value:
Maximum number of block Lanczos steps: Default Value:
Use SIM-based linear dynamics procedures
Include residual modes
OK
Cancel


Step Manager
Name
Procedure
NIgeom
Time
Initial
(Initial)
N/A
N/A
frequence
Frequency
OFF
0
Step-1
Static, General
OFF
1
Step-3
Frequency
OFF
0
Create...
Edit...
Replace...
Rename...
Delete...
NIgeom...
Dismiss


Steps (4)
Initial
frequence
Step-1
Step-3

После повторной отправки задачи на счет выводим результаты для замкнутого контакта: