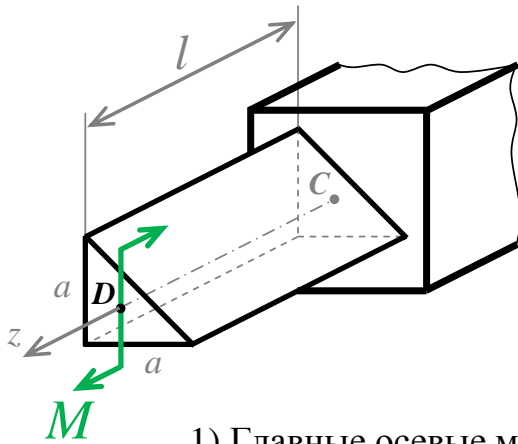


I-03 (ANSYS)

Формулировка задачи:



Дано: Консольный стержень треугольного поперечного сечения нагружена внешним изгибающим моментом M на конце.

E – модуль упругости материала;

Найти:

- 1) Главные осевые моменты инерции поперечного сечения I_X и I_Y ;
- 2) Внутренние изгибающие моменты M_X и M_Y в сечениях бруса;
- 3) Эпюру распределения нормальных напряжений в сечениях бруса.

Аналитический расчёт (см. [I-03](#)) даёт следующие решения:

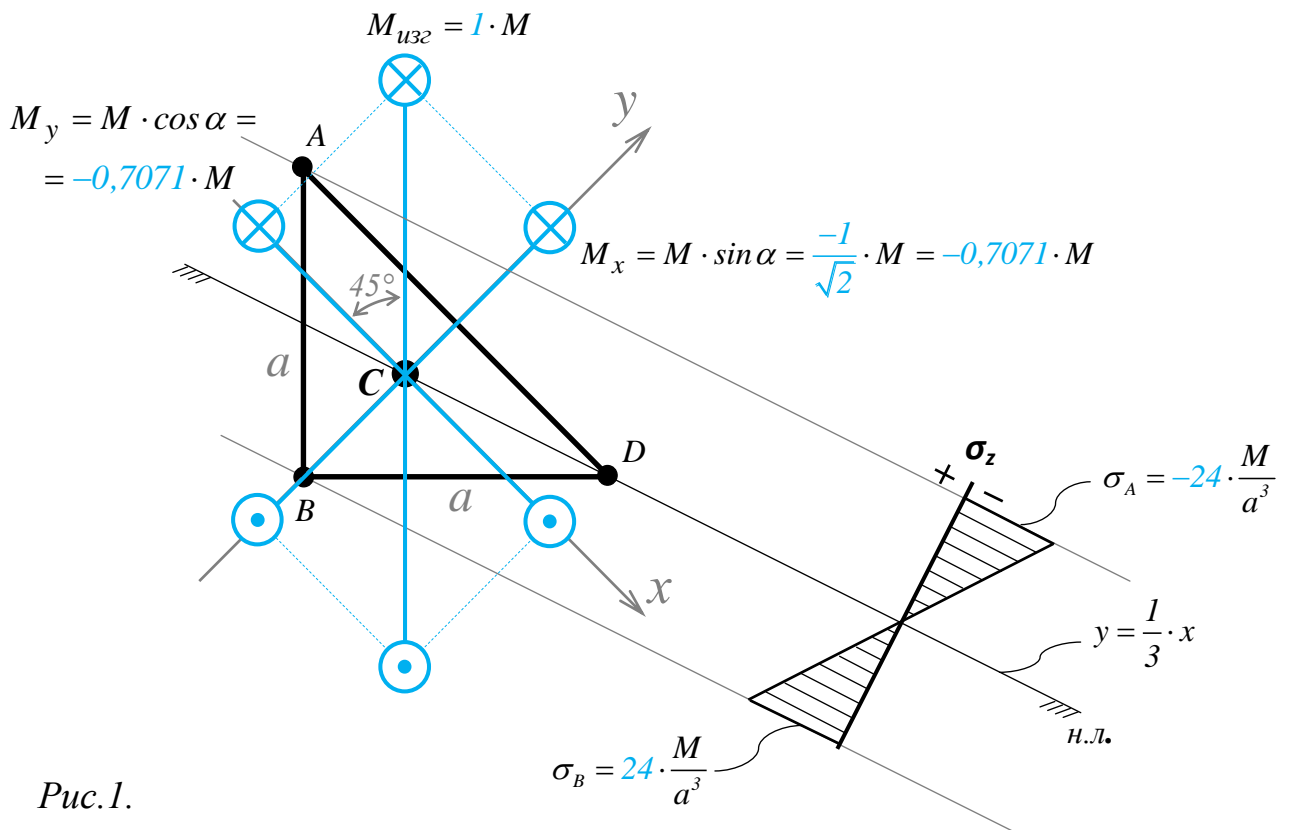


Рис.1.

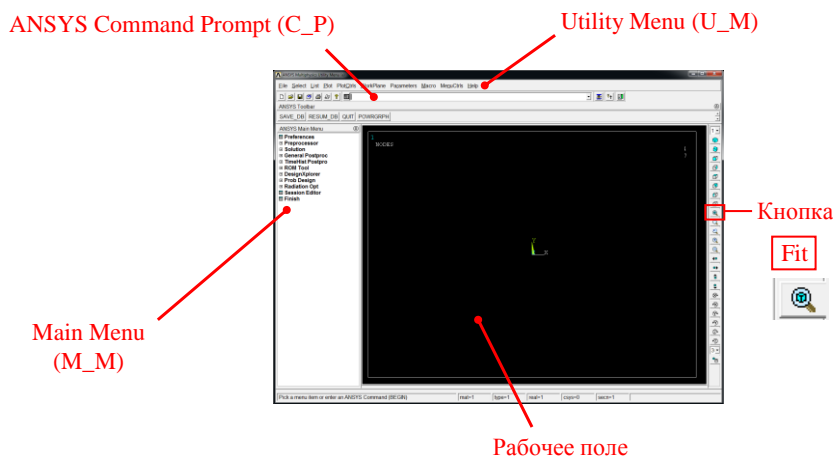
Главные моменты инерции : $I_x = \frac{1}{72} \cdot a^4 = 0,01389 \cdot a^4$; $I_y = \frac{1}{24} \cdot a^4 = 0,04167 \cdot a^4$.

Задача данного примера: при помощи ANSYS Multyphisics получить эти же результаты методом конечных элементов.

<http://www.tychina.pro/библиотека-задач-1/>

Предварительные настройки:

Для решения задачи используется ANSYS Multiphysics 14.0:



С меню M_M и U_M работают мышью, выбирая нужные опции.

В окно C_P вручную вводят текстовые команды, потом **Enter**.

Меняем чёрный цвет фона на белый следующими действиями:

```
U_M > PlotCtrls > Style > Colors > Reverse Video
```

Оставить в меню пункты, относящиеся только к прочностным расчётам:

```
M_M > Preferences > Отметить "Structural" > OK
```

Нумеровать ключевые точки, линии, узлы и элементы:

```
U_M > PlotCtrls > Numbering >
```

```
Отметить KP, LINE, NODE
```

```
Установить Elem на "Element numbers"
```

```
Установить [/NUM] на "Colors & numbers" > OK
```

Будем работать с локальными системами координат. Прорисовывать их:

```
U_M > PlotCtrls > Symbols >
```

```
Boundary condition symbol устанавливаем в положение "All Applied BCs"
```

```
Surface Load Symbols устанавливаем в положение "Pressure"
```

```
Show pres and convect ass устанавливаем в положение "Arrows"
```

```
CS устанавливаем в положение "on"
```

```
> OK
```

Для большей наглядности увеличим размер шрифта:

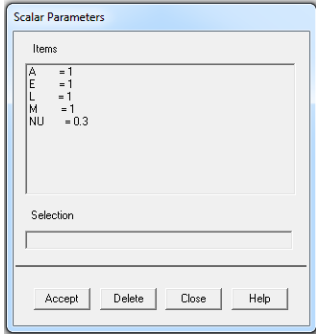
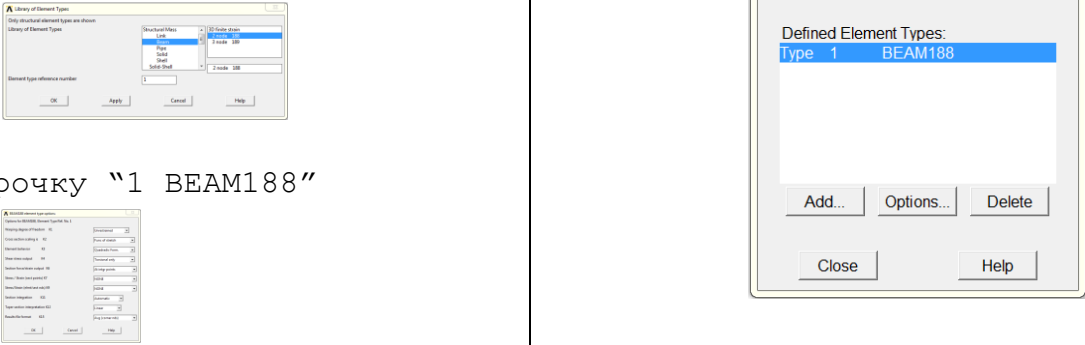
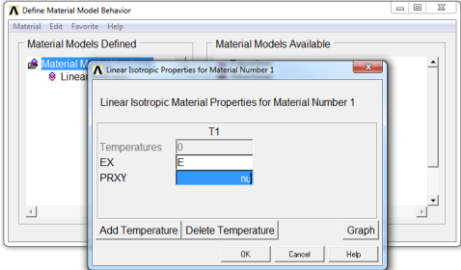
```
U_M > PlotCtrls > Font Controls > Legend Font > «Размер» на «22» > OK
```

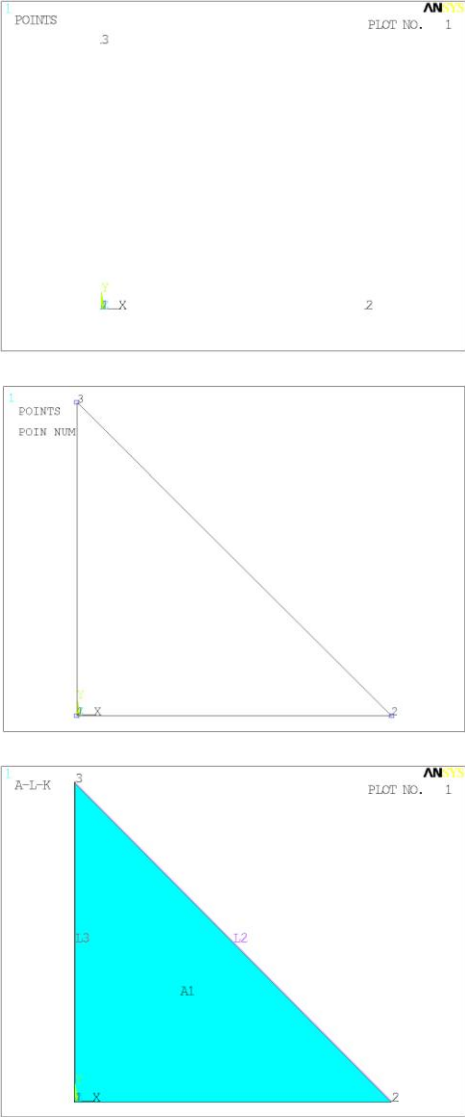
```
U_M > PlotCtrls > Font Controls > Entity Font > «Размер» на «22» > OK
```

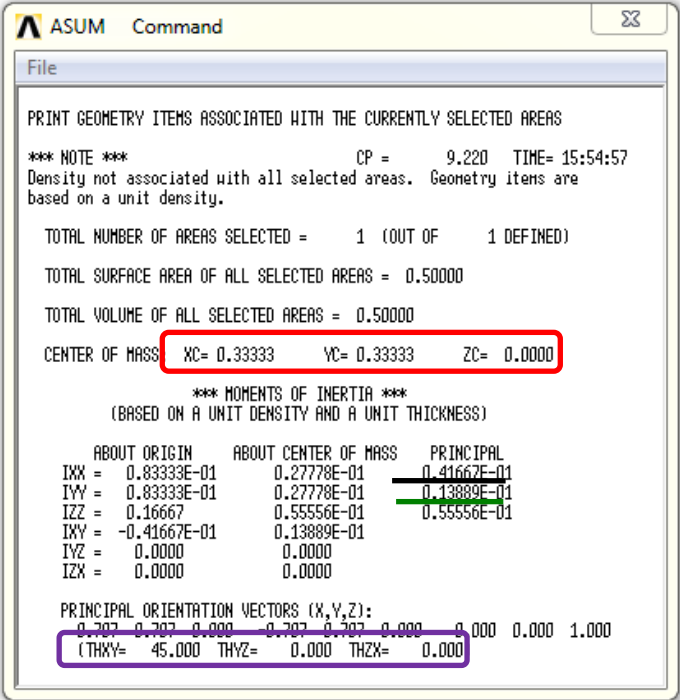
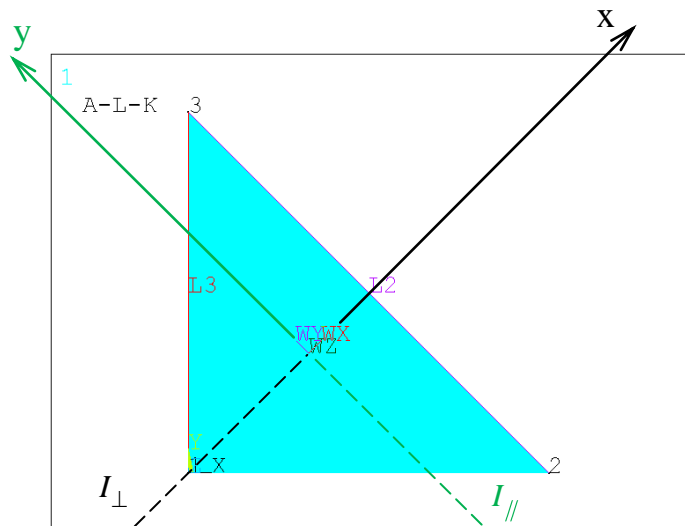
Предварительные настройки выполнены, можно приступать к решению задачи.


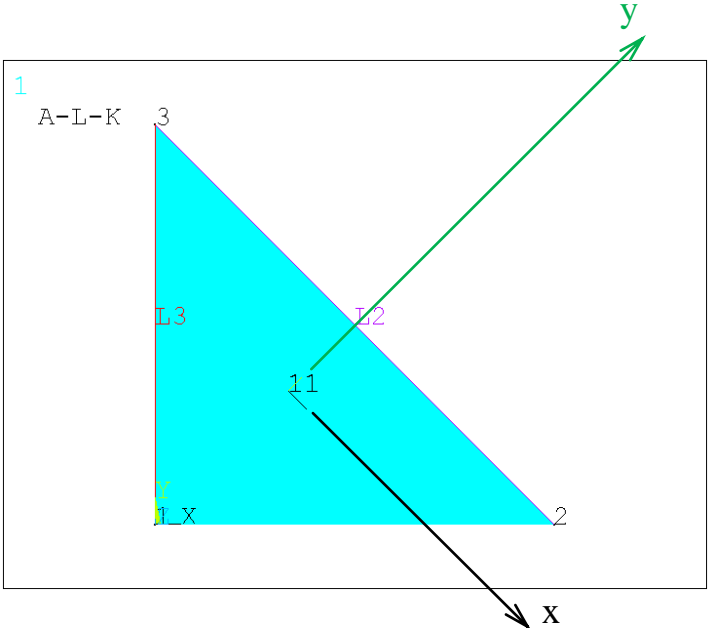
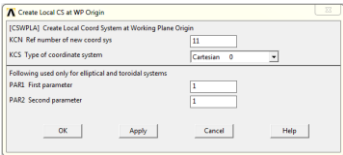
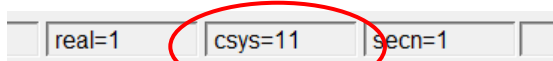
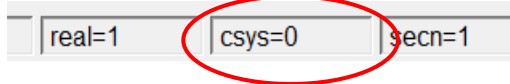
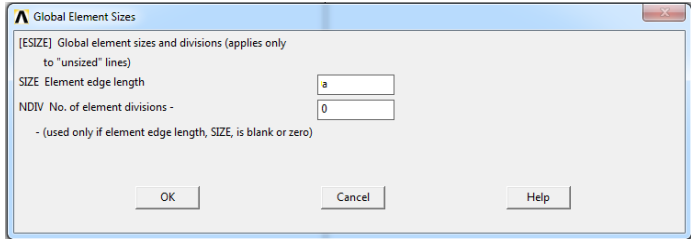
<http://www.tychina.pro/библиотека-задач-1/>

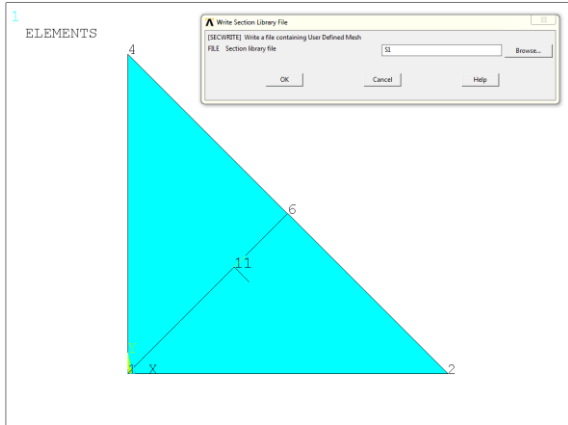
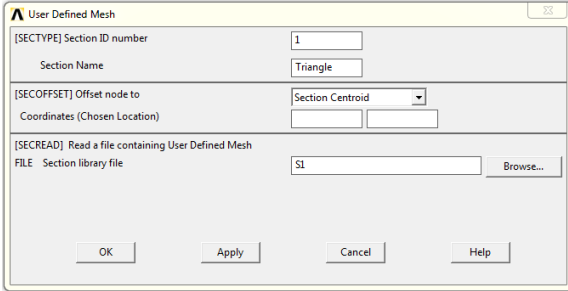
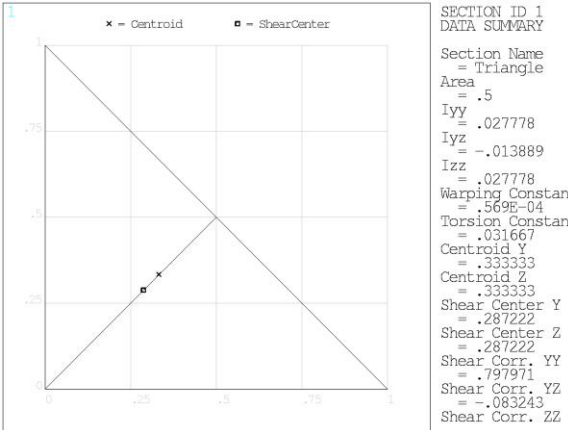
Решение задачи: Приравняв E , a , P и l к единице, результаты получим в виде чисел, обозначенных на *рис. 1*. синим цветом

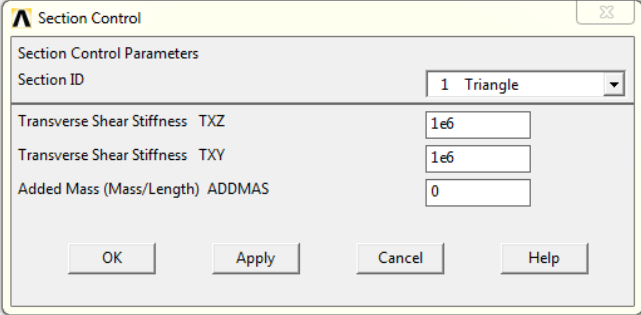
№	Действие	Результат
1	<p>Задаём параметры расчёта – базовые величины задачи:</p> <p>U_M > Parameters > Scalar Parameters > a=1 > Accept > E=1 > Accept > l=1 > Accept > M=1 > Accept > nu=0.3 > Accept > > Close</p>	
2	<p>Первая строка в таблице конечных элементов – трёхмерный балочный BEAM188:</p> <p>M_M > Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete > Add Element reference number пишем 1 В левом окошке выбираем "Beam" В правом окошке "2 node 188" > OK > В окошке Element types отметить строку "1 BEAM188" > Options > КЗ установить "Quadratic Form" > OK > > Close</p>	
3	<p>Свойства материала стержня – модуль упругости и коэффициент Пуассона:</p> <p>M_M > Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Linear > Elastic > Isotropic > EX пишем "E", PRXY пишем "nu" > OK Закрываем окно «Define Material Model Behavior».</p>	

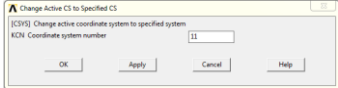


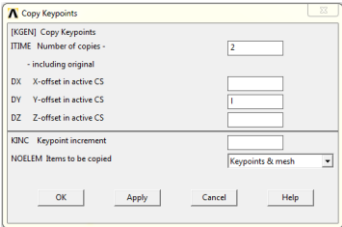
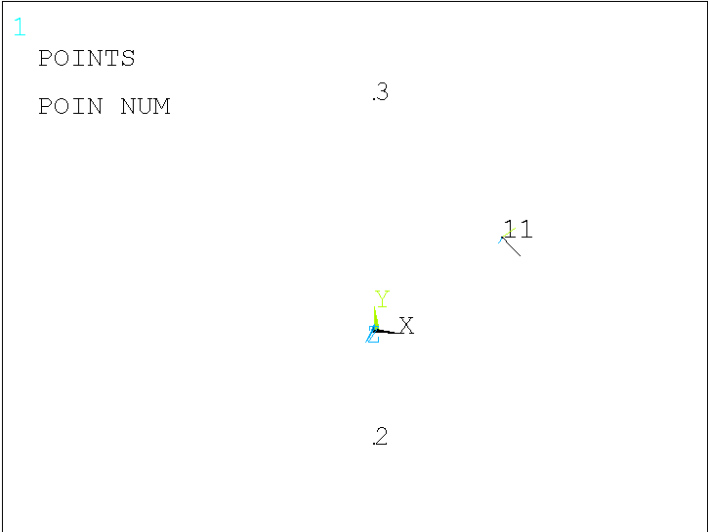
№	Действие	Результат
Поперечное сечение		
4	<p><i>Поверхность поперечного сечения:</i></p> <p>Угловые точки:</p> <p>M_M > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS > NPT пишем 1 X, Y, Z пишем 0, 0, 0 > Apply > NPT пишем 2 X, Y, Z пишем a, 0, 0 > Apply > NPT пишем 3 X, Y, Z пишем 0, a, 0 > ОК</p> <p>Строим плоскую поверхность по угловым точкам:</p> <p>M_M > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Arbitrary > Through KPs > Левой кнопкой мыши последовательно кликните на точки 1, 2 и 3 > ОК</p> <p>Прорисовываем всё, что есть:</p> <p>U_M > Plot > Multi-Plots</p>	 <p>The first screenshot shows a coordinate system with three points labeled 1, 2, and 3. Point 1 is at the origin (0,0,0), point 2 is at (a,0,0), and point 3 is at (0,a,0). The second screenshot shows the three points connected by lines to form a triangle. The third screenshot shows the triangle filled with a cyan color, representing the cross-section area. The area is labeled A1, and the points are labeled 1, 2, and 3. The coordinate system is also shown in the third screenshot.</p>

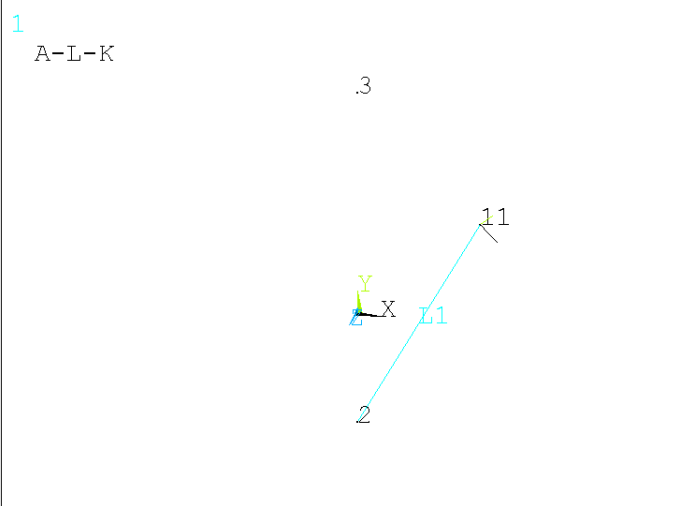
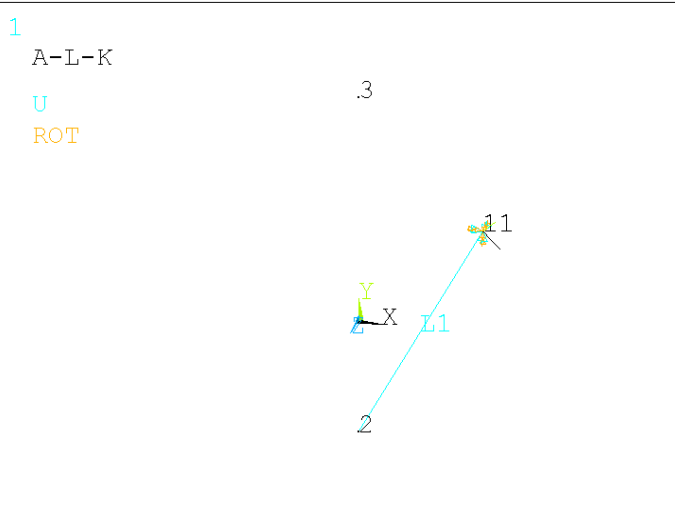
№	Действие	Результат
5	<p><i>Геометрические характеристики начерченной поверхности:</i></p> <p>M_M > Preprocessor > Modeling > Operate > Calc Geom Items > Of Areas ></p> <p>Переключатель Selection устанавливаем как "Normal" > ОК</p> <p>Получаем: $x_c = 0.3333$; $y_c = 0.3333$; $z_c = 0$ - координаты центра тяжести;</p> <p>$THXY = 45$; $THYZ = 0$; $THZX = 0$ - углы перехода от глобальной декартовой системы координат к системе координат главных центральных осей;</p> <p>Для того, чтобы увидеть главные центральные оси, позиционируем по ним систему координат рабочей плоскости:</p> <p>U_M > WorkPlane > Display Working Plain</p> <p>U_M > WorkPlane > Offset WP by Increments ></p> <p>В окошке "X,Y,Z Offsets" пишем координаты центра $0.3333, 0.3333, 0$</p> <p>В окошке "XY,YZ,ZX Angles" пишем угол перехода $45, 0, 0$</p> <p>> ОК</p> <p>Видим: положение центра тяжести поверхности и направления её главных центральных осей совпадают с указанными на <i>рис.1</i>. Наименования осей иные, но это не принципиально. Просто рассмотрим пропечатанные моменты инерции, как момент относительно оси параллельной ($//$) и момент относительно оси перпендикулярной (\perp) длинной стороне фигуры:</p> <p>$I_{\perp} = I_{XX} = 0,04167$</p> <p>$I_{//} = I_{YY} = 0,01389$</p> <p>Эти результаты совпадают с приведенными на <i>рис.1</i>. (числа, выделенные синим цветом) с моментами I_x и I_y соответственно.</p>	 <pre> ASUM Command File PRINT GEOMETRY ITEMS ASSOCIATED WITH THE CURRENTLY SELECTED AREAS *** NOTE *** CP = 9.220 TIME= 15:54:57 Density not associated with all selected areas. Geometry items are based on a unit density. TOTAL NUMBER OF AREAS SELECTED = 1 (OUT OF 1 DEFINED) TOTAL SURFACE AREA OF ALL SELECTED AREAS = 0.50000 TOTAL VOLUME OF ALL SELECTED AREAS = 0.50000 CENTER OF MASS XC= 0.33333 YC= 0.33333 ZC= 0.00000 *** MOMENTS OF INERTIA *** (BASED ON A UNIT DENSITY AND A UNIT THICKNESS) ABOUT ORIGIN ABOUT CENTER OF MASS PRINCIPAL IXX = 0.83333E-01 0.27778E-01 0.41667E-01 IYY = 0.83333E-01 0.27778E-01 0.13889E-01 IZZ = 0.16667 0.55556E-01 0.55556E-01 IXY = -0.41667E-01 0.13889E-01 IYZ = 0.00000 0.00000 IZX = 0.00000 0.00000 PRINCIPAL ORIENTATION VECTORS (X,Y,Z): 0.707 0.707 0.000 0.707 0.707 0.000 0.000 0.000 1.000 (THXY= 45.000 THYZ= 0.000 THZX= 0.000 </pre> 

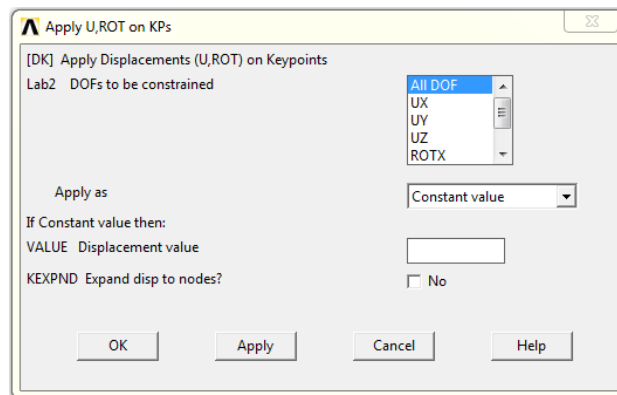
№	Действие	Результат
6	<p><i>Главные центральные оси поперечных сечений (система координат №11):</i></p> <p>Перед тем, как создавать систему координат, переименуем оси в соответствии с <i>рис.1</i>. Поворачиваем рабочую плоскость так, чтобы X и Y поменялись местами:</p> <p>U_M > WorkPlane > Offset WP by Increments > Три раза нажимаем кнопку  > ОК</p> <p>Декартову систему координат №11 (главные центральные оси поперечных сечений стержня) создаём по системе координат рабочей плоскости:</p> <p>U_M> WorkPlane> Local Coordinate Systems> > Create Local CS> At WP Origin></p> <p>KCN пишем 11</p> <p>KCS устанавливаем Cartesian (декартова) > ОК</p> <p>Гасим оси координат рабочей плоскости:</p> <p>U_M > WorkPlane > DisplayWorking Plane</p> <p>Прорисовываем всё, что есть: U_M > Plot > Multi-Plots</p> <p>Возвращаемся к глобальной декартовой системе координат:</p> <p>U_M> WorkPlane > Change Active CS to > Global Cartesian</p>	   
7	<p><i>Размер стороны элемента для разбиения:</i></p> <p>ANSYS разбивает площадь сечения на плоские четырёхсторонние неисполняемые конечные элементы. Для каждого такого элемента отработаны формулы поиска площади, центра тяжести и т.д. Опираясь этими величинами, программа ищет геометрические характеристики всего сечения.</p> <p>M_M > Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Global > Size</p> <p>Size пишем, например a > ОК</p>	

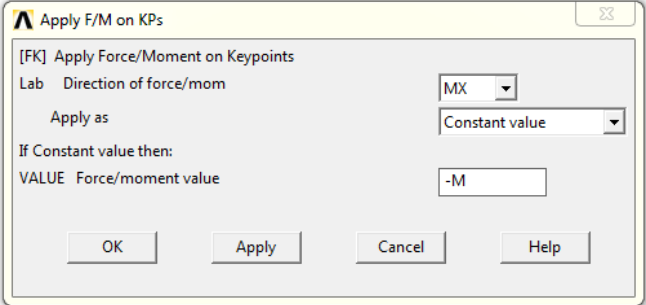
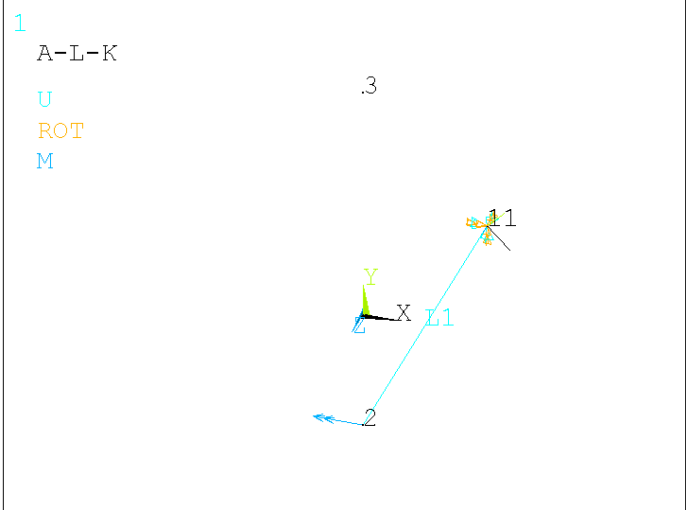
№	Действие	Результат																														
8	<p><i>Разбиваем фигуру на элементы и сохраняем разбиение на диске:</i></p> <p>M_M > Preprocessor > Sections > Beam > Custom Sections > > Write From Areas > Окно "Note" закройте левой кнопкой мыши нажать на построенную фигуру > OK В появившемся окне "Write Section Library File" в поле FILE напишите имя файла типа ".SECT", в котором будет храниться разбиение построенной фигуры, например S1 > OK</p>																															
9	<p><i>Считываем разбиение с диска, как поперечное сечение №1:</i></p> <p>M_M > Preprocessor > Sections > Beam > Custom Sections > > Read Sect Mesh > [SECTYPE] пишем 1 Section Name пишем название сечения, например Triangle [SECREAD] пишем название сохранённого файла S1 > OK</p>																															
10	<p><i>Прорисовываем сечение Rectangl:</i></p> <p>M_M > Preprocessor > Sections > Beam > Plot Section [Secplot] установить "1 Triangle" Show section mesh? установить "Yes" > OK</p> <p>Здесь геометрические характеристики сечения мы видим относительно горизонтальной и вертикальной центральной осей.</p>	 <table border="1" data-bbox="1890 1050 2024 1481"> <thead> <tr> <th colspan="2">SECTION ID 1 DATA SUMMARY</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Section Name</td> <td>= Triangle</td> </tr> <tr> <td>Area</td> <td>= .5</td> </tr> <tr> <td>Iyy</td> <td>= .027778</td> </tr> <tr> <td>Iyz</td> <td>= -.013889</td> </tr> <tr> <td>Izz</td> <td>= .027778</td> </tr> <tr> <td>Warping Constant</td> <td>= .569E-04</td> </tr> <tr> <td>Torsion Constant</td> <td>= .031667</td> </tr> <tr> <td>Centroid Y</td> <td>= .333333</td> </tr> <tr> <td>Centroid Z</td> <td>= .333333</td> </tr> <tr> <td>Shear Center Y</td> <td>= .287222</td> </tr> <tr> <td>Shear Center Z</td> <td>= .287222</td> </tr> <tr> <td>Shear Corr. YY</td> <td>= .797971</td> </tr> <tr> <td>Shear Corr. YZ</td> <td>= -.083243</td> </tr> <tr> <td>Shear Corr. ZZ</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	SECTION ID 1 DATA SUMMARY		Section Name	= Triangle	Area	= .5	Iyy	= .027778	Iyz	= -.013889	Izz	= .027778	Warping Constant	= .569E-04	Torsion Constant	= .031667	Centroid Y	= .333333	Centroid Z	= .333333	Shear Center Y	= .287222	Shear Center Z	= .287222	Shear Corr. YY	= .797971	Shear Corr. YZ	= -.083243	Shear Corr. ZZ	
SECTION ID 1 DATA SUMMARY																																
Section Name	= Triangle																															
Area	= .5																															
Iyy	= .027778																															
Iyz	= -.013889																															
Izz	= .027778																															
Warping Constant	= .569E-04																															
Torsion Constant	= .031667																															
Centroid Y	= .333333																															
Centroid Z	= .333333																															
Shear Center Y	= .287222																															
Shear Center Z	= .287222																															
Shear Corr. YY	= .797971																															
Shear Corr. YZ	= -.083243																															
Shear Corr. ZZ																																

№	Действие	Результат
11	<p><i>Сдвиговую жёсткость поперечного сечения Triangle устанавливаем очень высокую для того, чтобы сдвиговые деформации не вносили вклад в перемещения:</i></p> <p>M_M > Preprocessor > Sections > Beam > Sect Control > Section ID выбираем "1 Rectangl" TXZ пишем 1e6 TXY пишем 1e6 > OK</p>	
12	<p><i>Сечение задано, поверхность, по которой оно задавалось удаляем; больше эта поверхность не понадобится:</i></p> <p>U_M > Plot > Area M_M > Preprocessor > Modeling > Delete > Area and Below > > Pick All</p>	

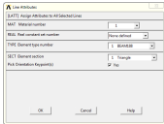

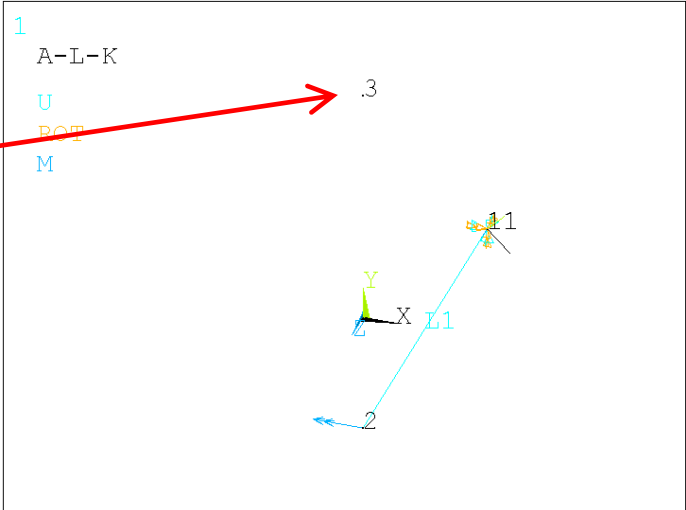
№	Действие	Результат
Балка, твердотельное моделирование		
13	<p>Ключевые точки $C \rightarrow 1$, $D \rightarrow 2$, и точка 3 в вертикальной плоскости для ориентации поперечного сечения:</p> <p>Активной устанавливаем систему координат №11 главных центральных осей: U_M > WorkPlane > Change Active CS to > Specified Coord Sys В окошке KCN пишем 11 > OK</p>  <p> - изометрия;  - автоформат (меню справа).</p> <p>Точки, лежащие на оси стержня проставляем в этой системе координат: M_M > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS > NPT пишем 1 X, Y, Z пишем 0, 0, 0 > Apply > NPT пишем 2 X, Y, Z пишем 0, 0, l > OK</p> <p>Прорисовываем всё, что есть: U_M > Plot > Multi-Plots</p> <p>Возвращаемся к глобальной декартовой системе координат: U_M > WorkPlane > Change Active CS to > Global Cartesian</p> <p>Копируем вверх по вертикали одну из точек оси (например точку №2): M_M > Modeling > Copy > Keypoints Кликаем на ключевую точку 2 > OK > В окошке DY пишем величину вертикального смещения, например l > OK</p>  <p>Прорисовываем всё, что есть: U_M > Plot > Multi-Plots</p>	

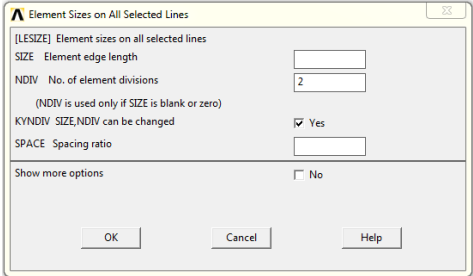


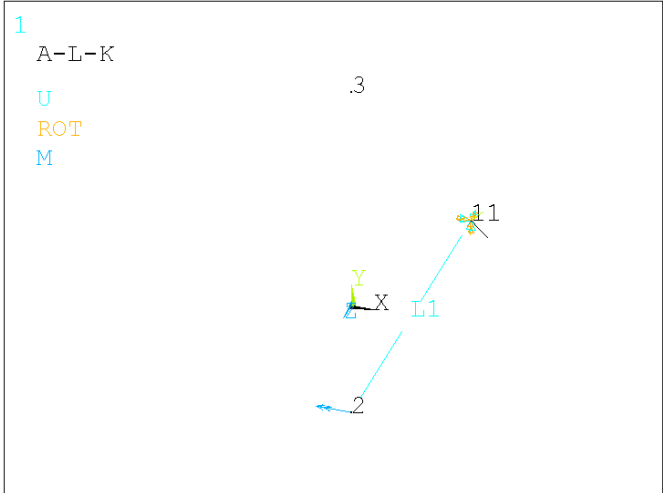
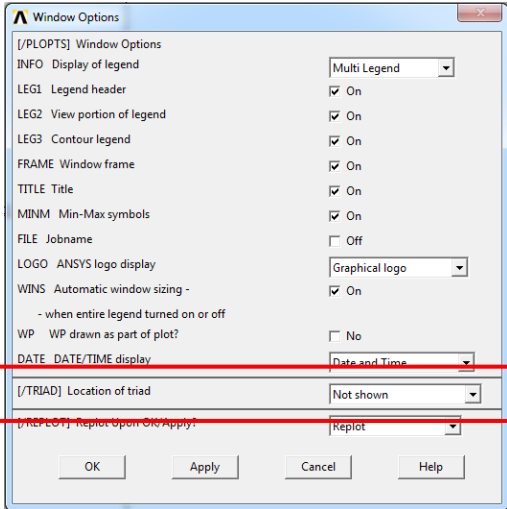
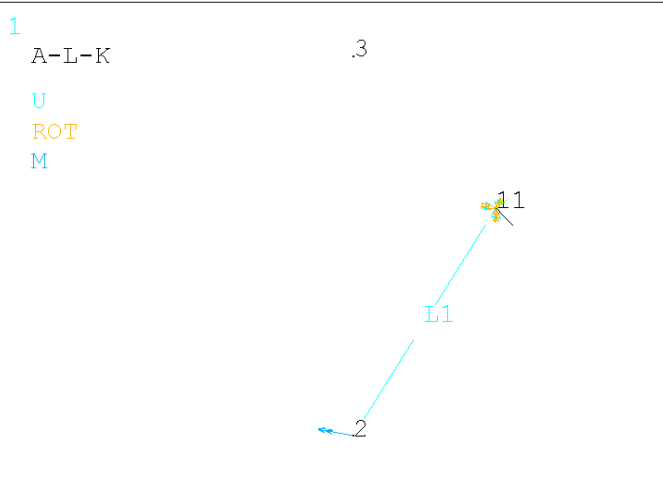
№	Действие	Результат
14	<p><i>Один участок – одна линия:</i></p> <p>M_M > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Straight Line ></p> <p>Левой кнопкой мыши последовательно нажать на ключевые точки: 1 и 2 > OK</p> <p>Прорисовываем всё, что есть: U_M > Plot > Multi-Plots</p>	
15	<p><i>Заделка:</i></p> <p>M_M > Preprocessor > Loads > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints ></p> <p>Левой кнопкой мыши нажать на 1 ключевую точку > OK ></p> <p>Lab2 установить "All DOF" > OK</p> <p>Прорисовываем всё, что есть: U_M > Plot > Multi-Plots</p>	


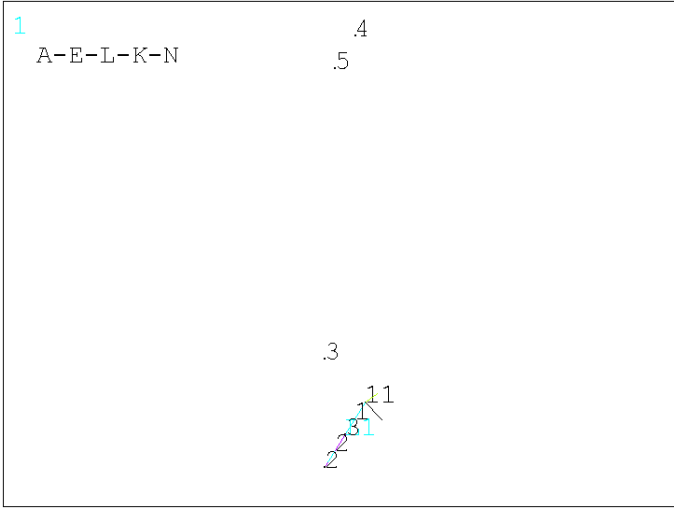


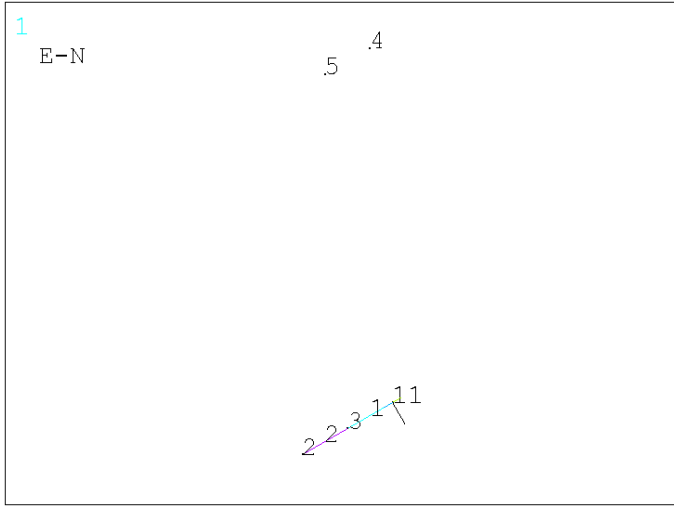


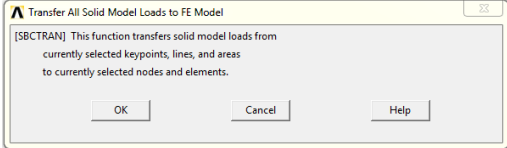
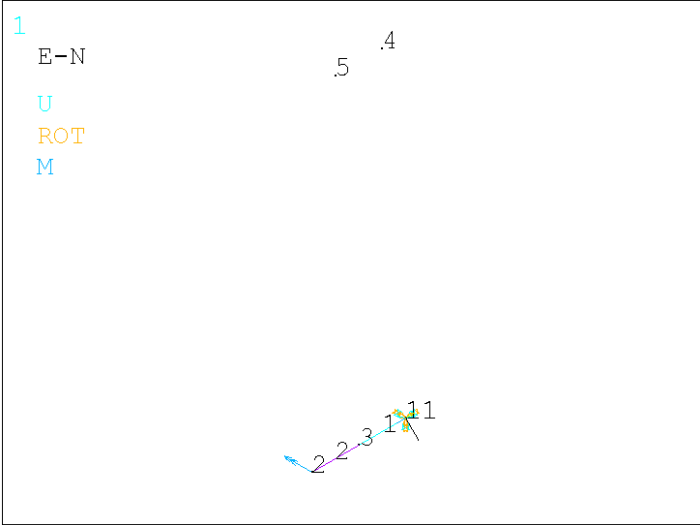
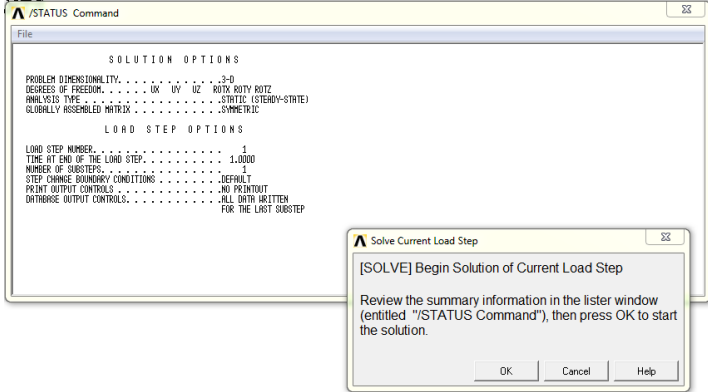
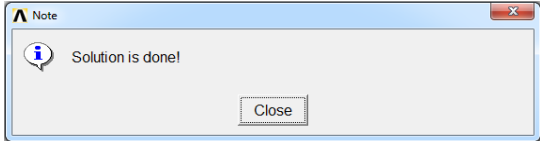
№	Действие	Результат
16	<p><i>Внешний сосредоточенный момент:</i></p> <p>M_M > Preprocessor > Loads > Define Loads > Apply > Structural > Force/Moment > On Keypoints >левой кнопкой мыши кликнуть на 2 ключевую точку > OK ></p> <p>Lab установить "MX"</p> <p>VALUE установить "-M"</p> <p>> OK</p>  <p>Прорисовываем всё, что есть:</p> <p>U_M > Plot > Multi-Plots</p>	

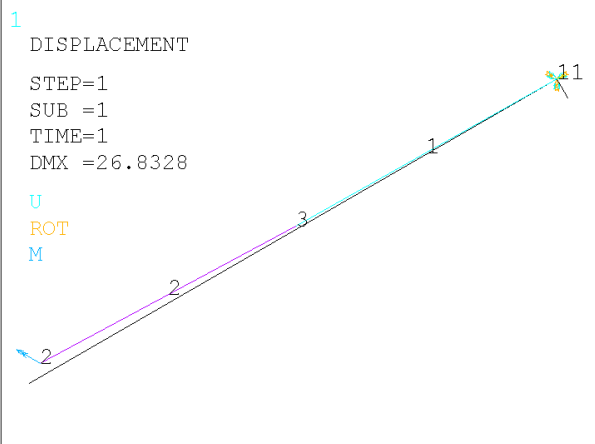
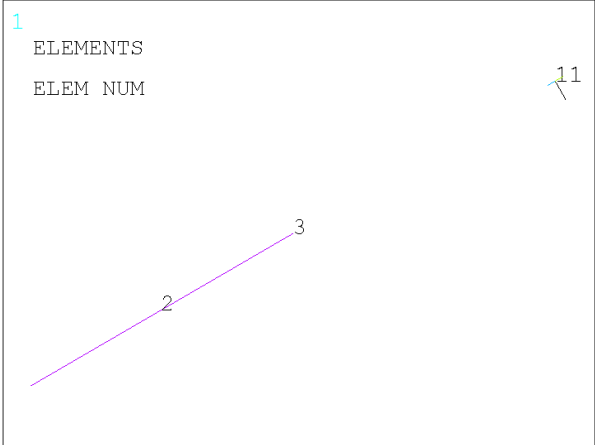
Конечноэлементная модель

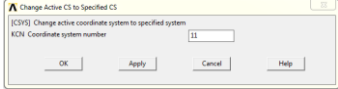
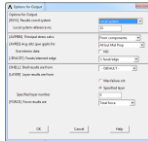
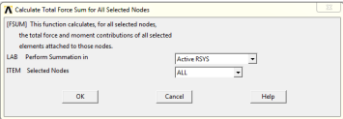
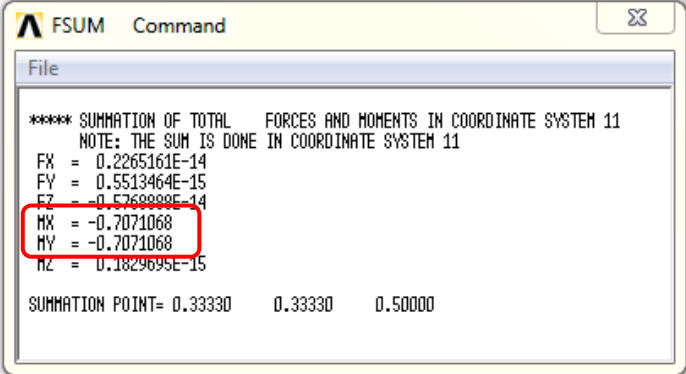
17	<p><i>Указываем материал, тип элементов и номер поперечного сечения:</i></p> <p>M_M > Preprocessor > Meshing > Mesh Attributes > All Lines > MAT установить "1"</p> <p>TYPE установить "1 BEAM188"</p> <p>SECT установить "1 Triangle"</p> <p>Pick Orientation Keypoint(s) установить "Yes"</p> <p>> OK ></p> <p>Кликаем мышкой на точку 3</p> <p>> OK</p>  	
----	---	--


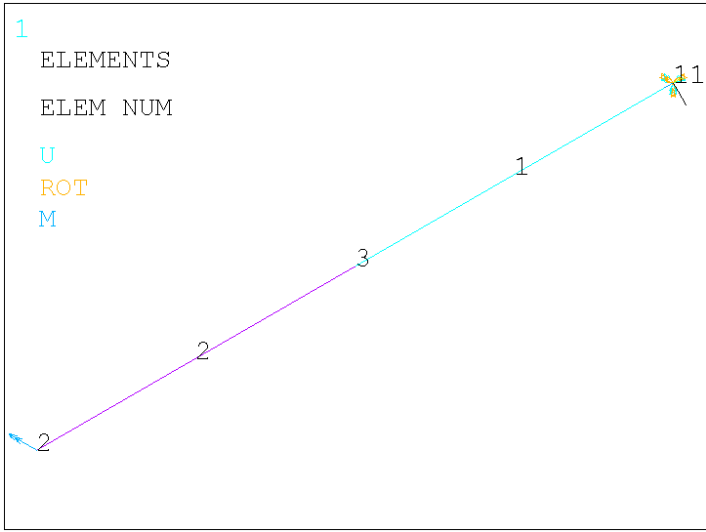
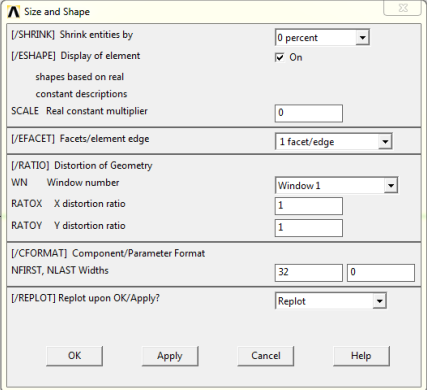
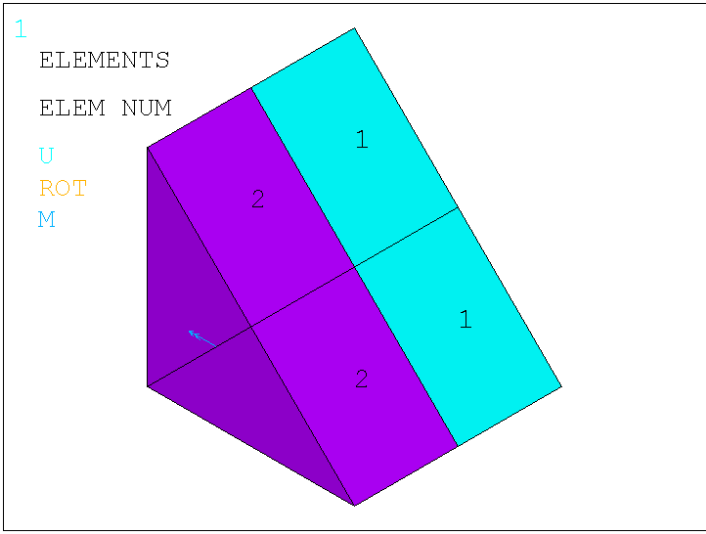
№	Действие	Результат
18	<p><i>Размер элементов:</i></p> <p>Два балочных конечных элемента на весь стержень:</p> <p>M_M > Preprocessor > Meshing > Size Cntrl > ManualSize > Lines > All Lines > NDIV пишем 2 > OK</p> <p>Обновляем изображение:</p> <p>U_M > Plot > Multi-Plots</p>  <p>При необходимости корректируйте масштаб:  или .</p>	
19	<p><i>Скрываем оси глобальной декартовой системы координат:</i></p> <p>U_M > PlotCtrls > Window Controls > Window Options > [/Triad] установить "Not Shown" > OK</p> 	

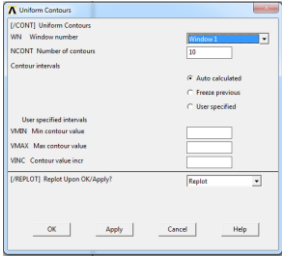
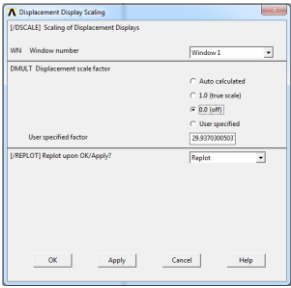
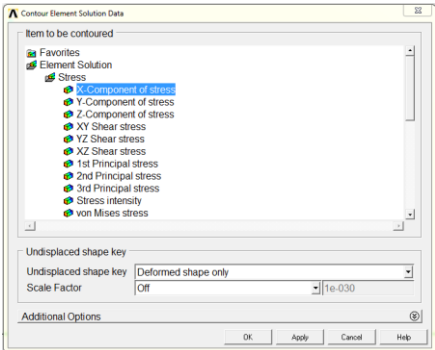
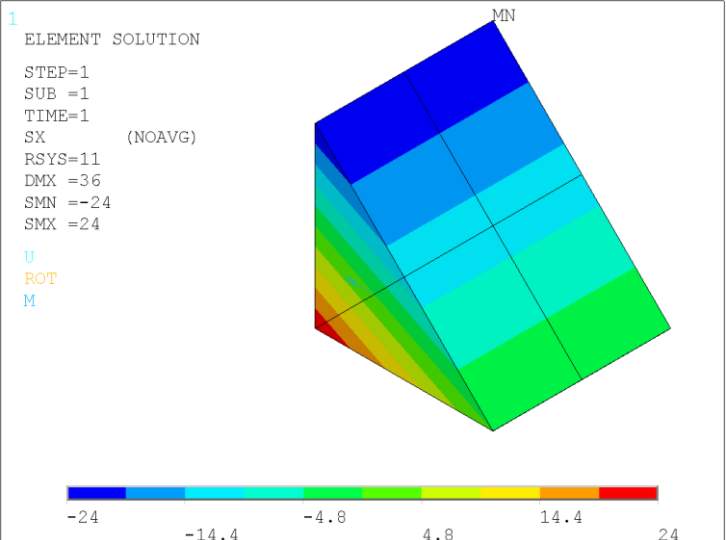
<p>20</p>	<p><i>Рабиваем линию на элементы:</i></p> <p>M_M > Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines > Pick All</p> <p>Обновляем изображение:</p> <p>U_M > Plot > Multi-Plots</p>  - автоформат. <p>Видим сразу две модели – твердотельную и конечноэлементную.</p>	
<p>21</p>	<p><i>Указываем, что именно нужно теперь прорисовывать по команде Multi-Plots:</i></p> <p>U_M > PlotCtrls > Multi-Plot Controls > Появляется первое окно Multi-Plotting > > ОК ></p> <p>Появляется второе окно Multi-Plotting > Ставим отметки только напротив Nodes и Elements > > ОК</p>  <p>Обновляем изображение:</p> <p>U M > Plot > Multi-Plots</p>  - переходим к такой изометрии, она удобнее; <p>Теперь видим только конечноэлементную модель: чёрные точки с номерами – узлы модели (1, 2, 3, 4 и 5), цветные линии – балочные конечные элементы, рядом с их центрами тяжести видим номера этих элементов(1 и 2).</p> <p>В той же точке, что и узел 1 стоит система координат №11. Их номера сливаются.</p>	



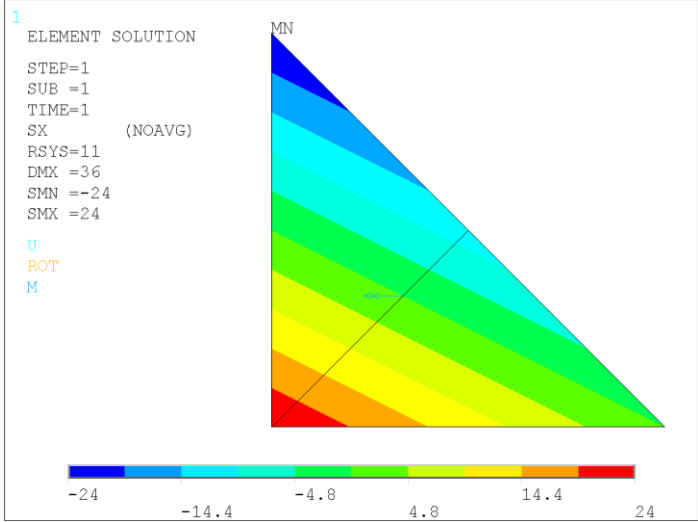
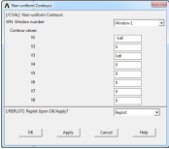
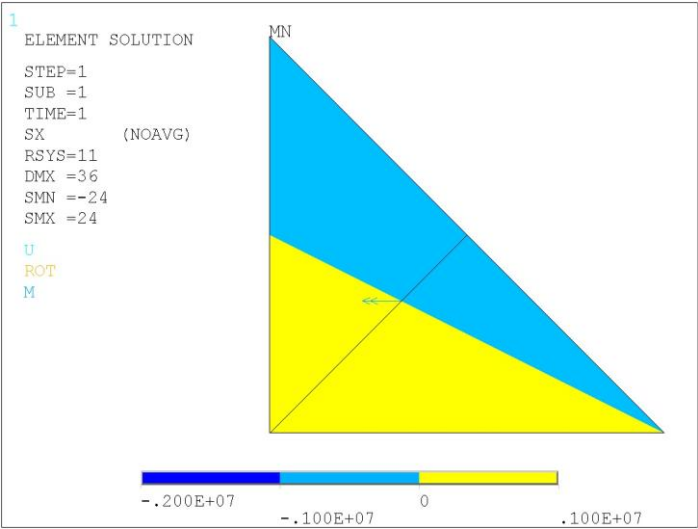
№	Действие	Результат
22	<p>Переносим на конечноэлементную модель нагрузки и закрепления с модели твердотельной:</p> <p>M_M > Loads > Define Loads > Operate > Transfer to FE > All Solid Lds > OK</p>  <p>Обновляем изображение:</p> <p>U_M > Plot > Multi-Plots</p>	
Расчёт		
23	<p>Запускаем расчёт:</p> <p>M_M > Solution > Solve > Current LS</p> <p>Синхронно появляются два окна: белое информационное и серое исполнительное. Белое закрываем, на сером нажимаем ОК. Расчёт пошёл. Когда он закончится, появится окно «Solution is done!». Закройте это окно. Расчёт окончен.</p>	 

№	Действие	Результат
Просмотр результатов:		
24	<p><i>Форма упругой оси нагруженной балки:</i></p> <p>M_M > General Postproc > Plot Results > Deformed Shape > KUND установить Def + undeformed > OK</p> <p>Некоторые символы пропадают. Восстановим их:</p> <p>U_M > PlotCtrls > Symbols > Boundary condition устанавливаем "All Applied BCs" > OK</p> <p>Форма стержня до нагружения (недеформированная) изображена сеткой чёрным цветом, форма после нагружения (деформированная) изображена цветными линиями. Прогибается вверх и в сторону, всё правильно.</p>	
25	<p><i>Выделяем элемент №2, узел №3:</i></p> <p>Элемент:</p> <p>U_M > Select > Entities... > В Select Entities установить "Elements" и "By Num/Pick" Селектор установить на «From Full» > OK > Мышкой кликнуть на элемент №2 (фиолетовый) > OK</p> <p>Узел:</p> <p>U_M > Select > Entities... > В Select Entities установить "Nodes" и "By Num/Pick" Селектор установить на «From Full» > OK > Мышкой кликнуть на узел №3 > OK</p> <p>Рисуем что выделили: U_M > Plot > Multi-Plots</p>	

№	Действие	Результат
26	<p>Система координат №11 главных центральных осей устанавливается, как основная для построений и для распечатки результатов:</p> <p>Активной устанавливаем систему координат №11:</p> <p>U_M > WorkPlane > Change Active CS to > Specified Coord Sys</p> <p>В окошке KCN пишем 11</p> <p>> OK</p>  <p>Результаты пропечатывать в системе координат №11:</p> <p>M_M > General Postproc > Options for Outp > [RSYS] Results for Output установить "Local system"</p> <p>В окошке Local system reference no. указать 11</p> <p>> OK</p> 	
27	<p>Усилия, с которыми выделенный элемент действует на выделенный узел:</p> <p>Узел, относительно которого будут вычисляться моменты:</p> <p>M_M > General Postproc > Nodal Calcs > Summation Pt > At Node</p> <p>Левой кнопкой мыши кликнуть на узел №3</p> <p>> OK</p> <p>Показать все шесть усилий (три силы, три момента):</p> <p>M_M > General Postproc > Nodal Calcs > Total Force Sum</p> <p>LAB установить "Active RSYS"</p> <p>ITEM установить "ALL"</p> <p>> OK</p>  <p>Внутренние изгибающие моменты равны:</p> <p>$M_x = -0,7071$; $M_y = -0,7071$.</p> <p>Точное совпадение с результатами аналитического расчёта (рис. 1).</p> <p>Примечание: Иногда результаты получаются нулевые. Это сбой. Последовательно нажмите кнопки <code>SAVE_DB</code> и <code>RESUM_DB</code> и попробуйте ещё раз.</p>	

№	Действие	Результат
28	<p><i>Выделяем всё и прорисовываем конечные элементы:</i></p> <p>U_M > Select > Everything U_M > Plot > Elements</p> <p>Автоформат – кнопка  справа от рабочего поля.</p>	 <p>1 ELEMENTS ELEM NUM U ROT M</p>
29	<p><i>Прорисовываем конечные элементы полноразмерно:</i></p> <p>U_M > PlotCtrls > Style > Size and Shape > [/ESHAPE] установить галочку "On" > OK</p> 	 <p>1 ELEMENTS ELEM NUM U ROT M</p>

№	Действие	Результат
30	<p><i>Цветовая шкала будет состоять из десяти цветов:</i></p> <p>U_M > PlotCtrls > Style > Contours > Uniform Contours > NCONT пишем 10 > OK</p>	
31	<p><i>Напряжения будем смотреть на недеформированной форме:</i></p> <p>U_M > PlotCtrls > Style > Displacement Scaling > DMULT устанавливаем "0.0(off)" > OK</p>	
32	<p><i>Осевые напряжения в выделенном элементе:</i></p> <p>M_M > General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Element Solu > Element Solution > Stress > X-Component of stress > OK</p> 	 <pre> 1 ELEMENT SOLUTION STEP=1 SUB =1 TIME=1 SX (NOAVG) RSYS=11 DMX =36 SMN =-24 SMX =24 U ROT M </pre>

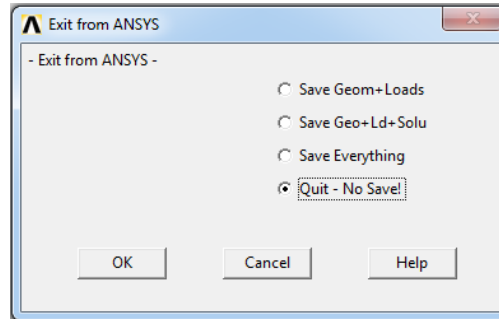
№	Действие	Результат
33	<p>Фронтальный вид:</p> <p> - вид спереди;  - автоформат.</p> <p>Наиболее опасные точки поперечного сечения отмечены надписями MN и MX</p> $\sigma_{min} = \sigma_B = -24 ;$ $\sigma_{max} = \sigma_A = 24 .$ <p>Точное совпадение с результатами аналитического расчёта (рис. 1.). Местоположения точек A и B совпадают.</p>	
34	<p>Настройка нелинейной цветовой шкалы:</p> <p>U_M > PlotCtrls > Style > Contours > Non-niform Contours...</p> <p>V1 пишем -1e6 V2 пишем 0 V3 пишем 1e6 > OK</p>  <p>Растянутая зона поперечного сечения окрасится в красный цвет, сжатая - в зелёный. Изменим палитру: голубой и жёлтый.</p> <p>U_M > PlotCtrls > Style > Colors > Contour Colors... > Contour Number 2 устанавливаем "голубой" Contour Number 3 устанавливаем "жёлтый" > OK</p> <p>Видим нейтральную линию (н.л.), отделяющую растянутые зоны друг от друга. Линия проходит через центр тяжести сечения (там прилоден вектор внешнего момента) и точку D сечения (рис. 1.).</p>	

Сохраняем проделанную работу:

U_M > File > Save as Jobname.db

Закройте ANSYS:

U_M > File > Exit > Quit - No Save! > OK



После выполнения указанных действий в рабочем каталоге остаются файлы с расширениями “.BCS”, “.db”, “.emat”, “.err”, “.esav”, “.full”, “.log”, “.mntr”, “.rst”, “.stat” и “.SECT”.

Интерес представляют “.db” (файлы модели), “.rst” (файл результатов расчёта) и файл “.SECT” (поперечное сечение), остальные файлы промежуточные, их можно удалить.