

I-07 (ANSYS)

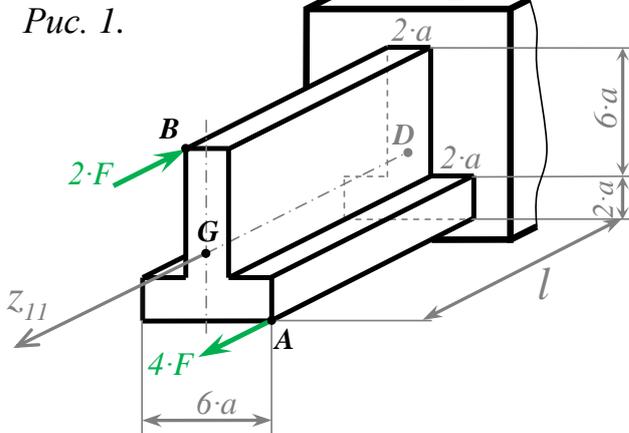
Формулировка задачи:

Дано: Консольный стержень внецентренно нагружен двумя осевыми силами.

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 σ в сечениях бруса.



Аналитический расчёт (см. [I-07](#)) даёт следующие решения:

x, y - оси произвольной системы координат;

x_{11}, y_{11} - главные центральные оси поперечного сечения;

$$I_{x_{11}} = 136 \cdot a^4 ;$$

$$I_{y_{11}} = 40 \cdot a^4 .$$

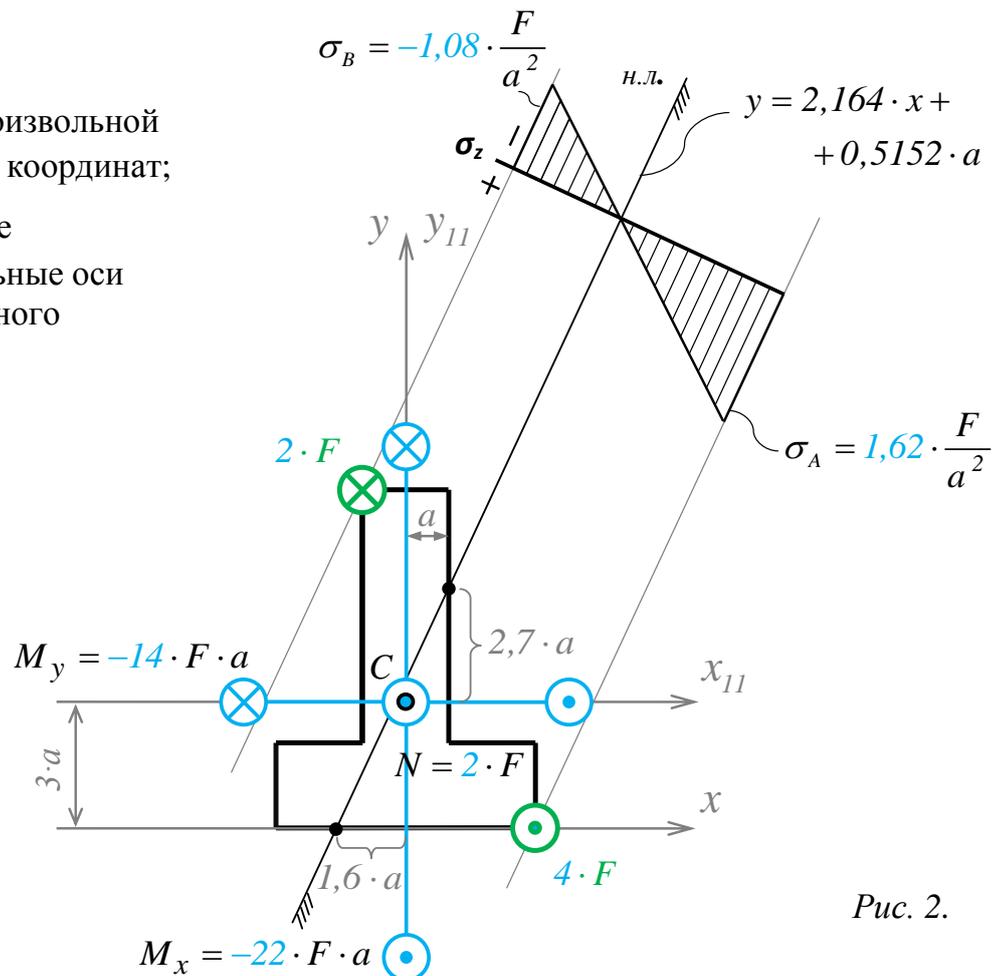
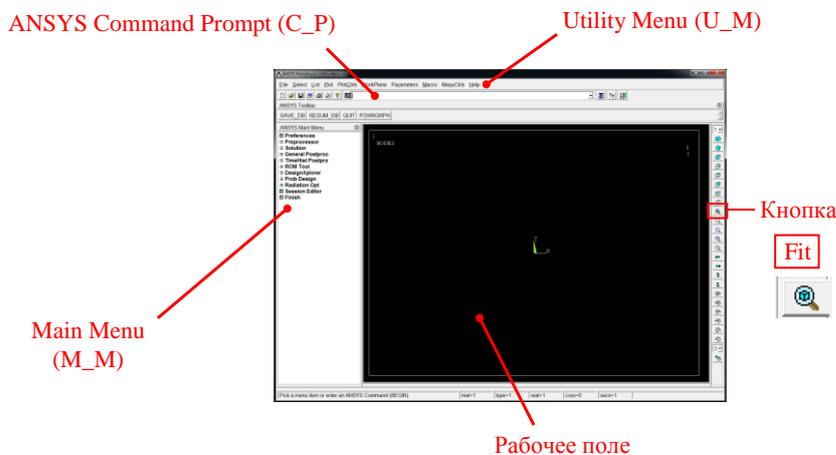


Рис. 2.

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

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, поверхности твердотельной модели:

```
U_M > PlotCtrls > Numbering >
Отметить KP, LINE, AREA
> OK
```

Будем работать с локальными системами координат. Прорисовывать их:

```
U_M > PlotCtrls > Symbols >
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.

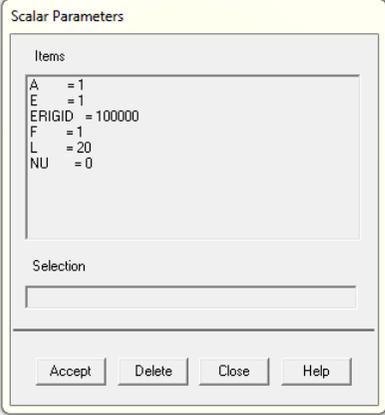
<http://www.tychina.pro/библиотека-задач-1/>

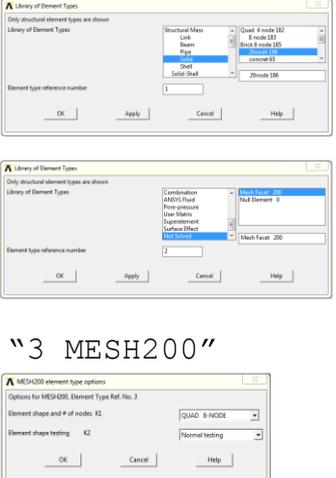
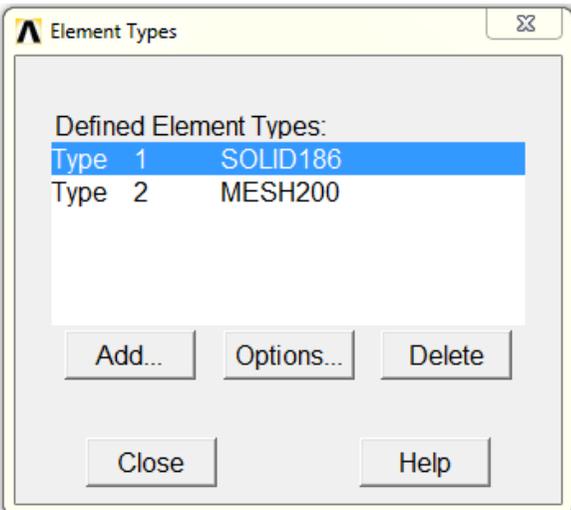
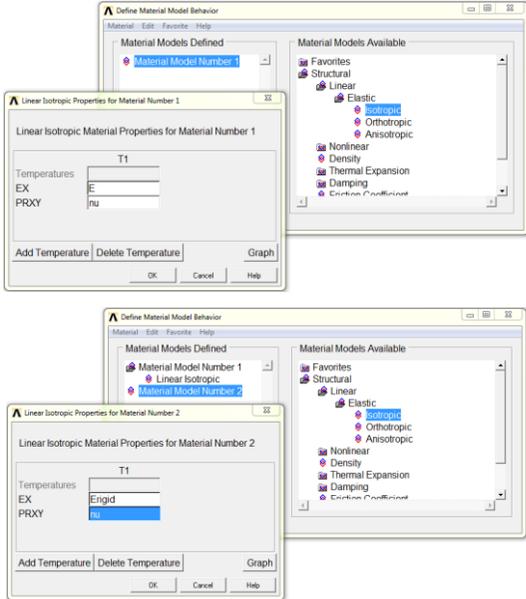
Решение задачи:

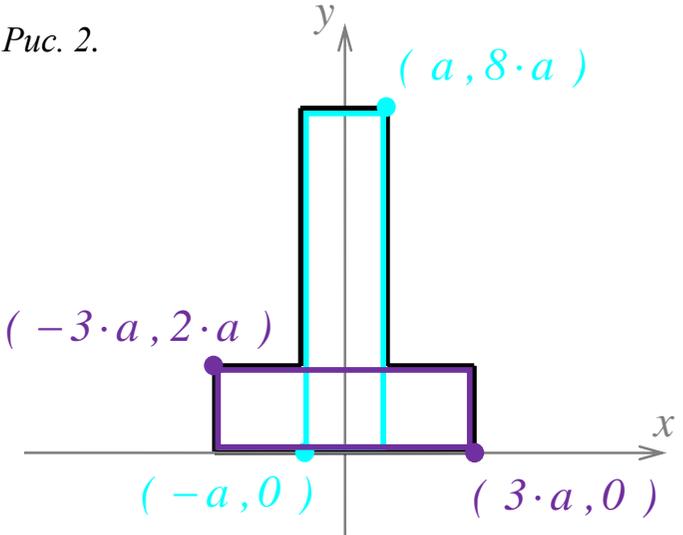
Приравняв F и a к единице, результаты получим в виде чисел, обозначенных на *рис. 1*. синим цветом.

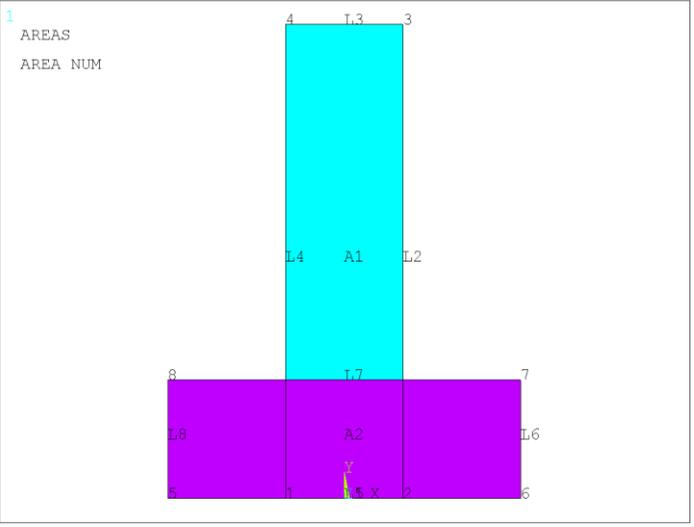
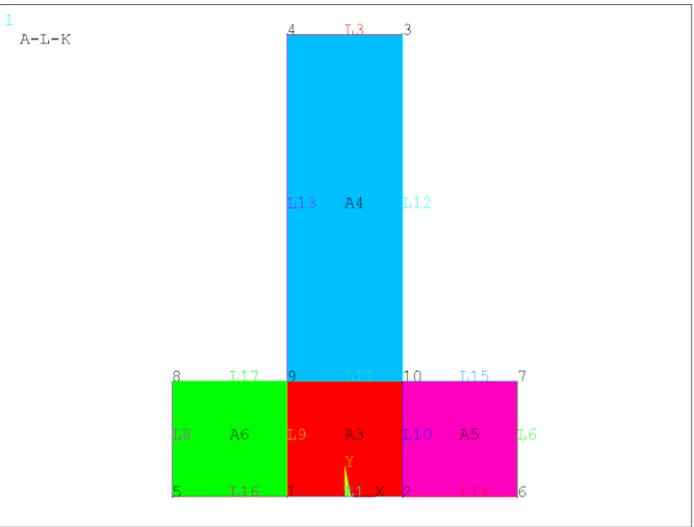
Длина стержня l на результат не влияет; из эстетических соображений зададим её, как $20a$. Задача статически определима, то есть, модуль упругости первого рода E материала стержня на результат так же не влияет; зададим его единицей, а коэффициент Пуассона ν во избежание наличия поперечных деформаций приравняем к нулю (как у пробки).

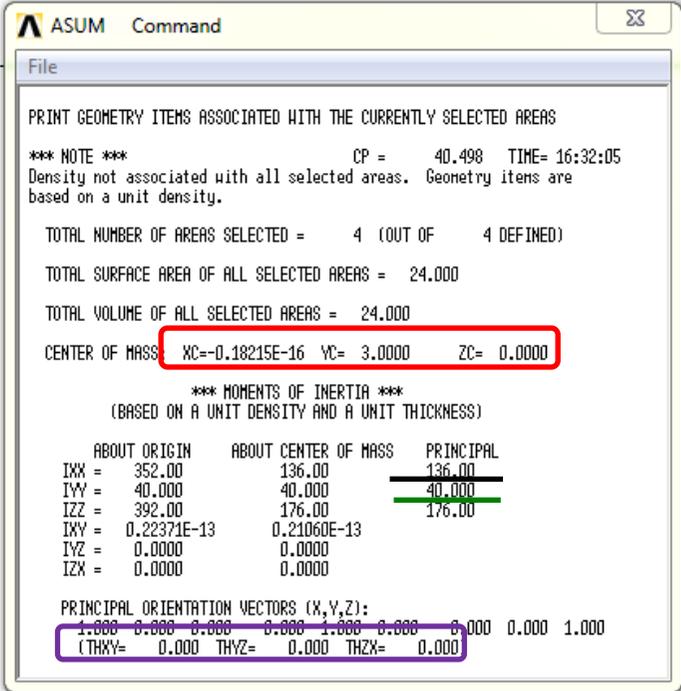
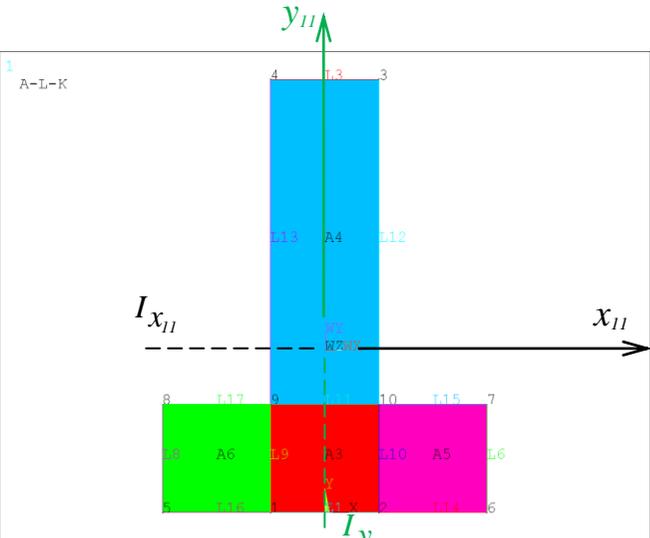
Для создания плоского поперечного сечения понадобятся элементы из жёсткого материала. Для него модуль упругости первого рода **Erigid** выберем на несколько порядков больше, чем E .

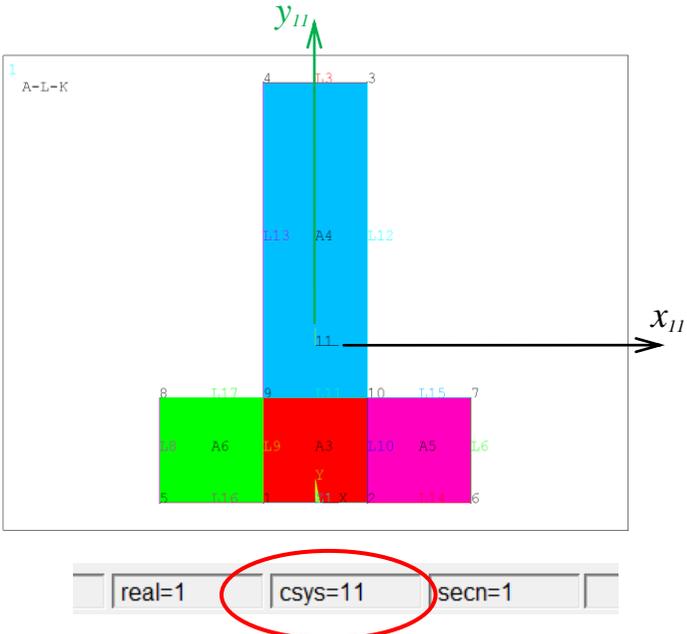
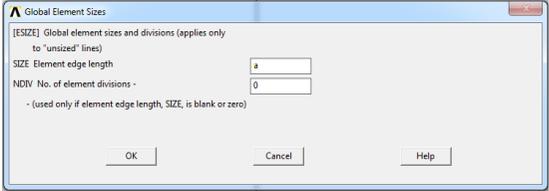
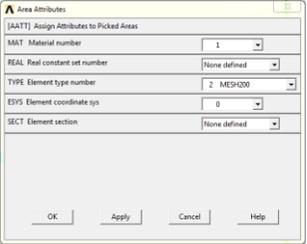
№	Действие	Результат
1	<p><i>Задаём параметры расчёта – базовые величины задачи:</i></p> <pre> U_M > Parameters > Scalar Parameters > F=1 > Accept > a=1 > Accept > l=20*a > Accept > E=1 > Accept > Erigid=1e5 > Accept > nu=0 > Accept > > Close </pre>	

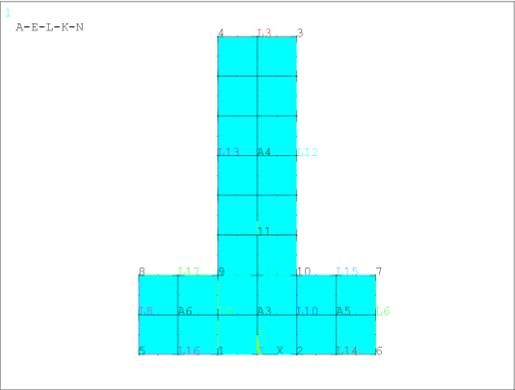
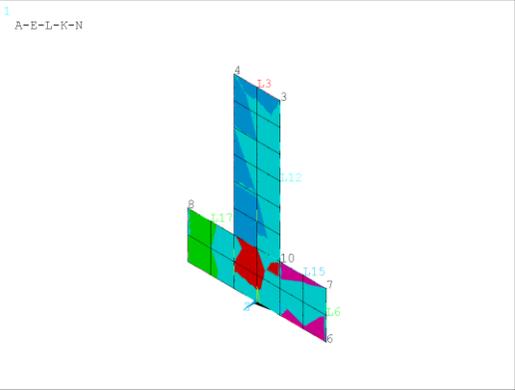
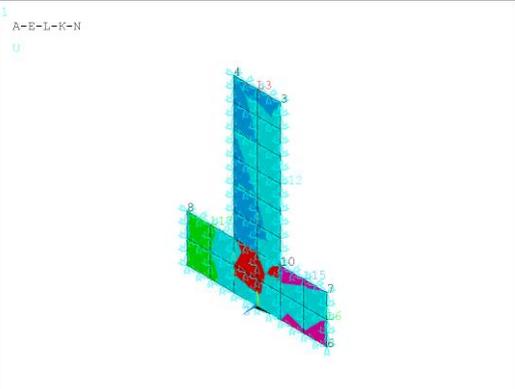
№	Действие	Результат
2	<p><i>Таблица конечных элементов – объёмный и плоский неисполняемый:</i></p> <p>M_M > Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete > Add Element reference number пишем 1 В левом окошке выбираем "Solid" В правом окошке "20node 186" > Apply > Element reference number пишем 2 В левом окошке выбираем "Not Solved" В правом окошке Mesh Facet 200" > OK > В окошке Element types отметить строчку "3 MESH200" > Options > K1 установить "QUAD 8-NODE" > OK > > Close</p> 	
3	<p><i>Таблица материалов: (№1 – податливый материал; №2 – жёсткий материал)</i></p> <p>M_M > Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Linear > Elastic > Isotropic > EX пишем E PRXY пишем nu > OK > > Material > New Model... Define Material ID пишем 2 > OK > Structural > Linear > Elastic > Isotropic > EX пишем Erigid PRXY пишем nu > OK Закрываем окно «Define Material Model Behavior».</p> 	

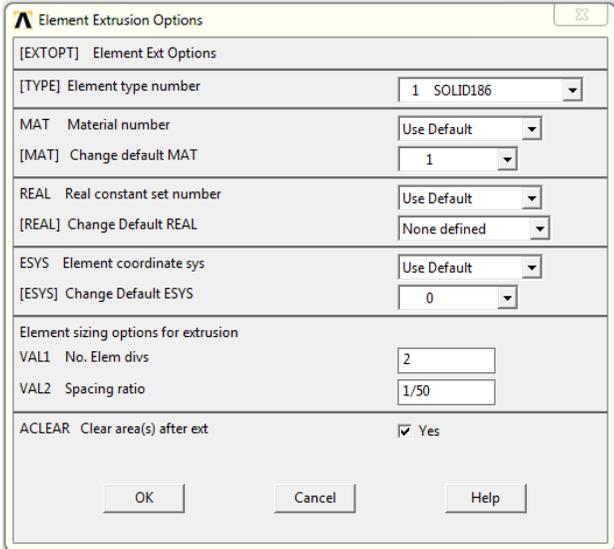
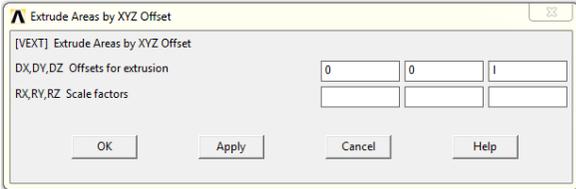
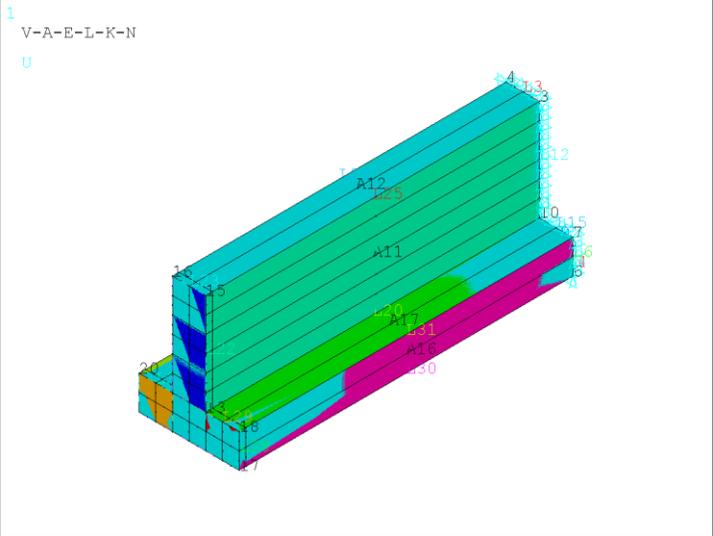
№	Действие	Результат
Поперечное сечение		
4	<p><i>Координаты точек поперечного сечения:</i></p> <p>Построить поверхность, размерами и формой повторяющую заданное поперечное сечение, можно различными способами. Проще всего построить два прямоугольника и произвести логическую операцию их наложения, чтобы поверхности не располагались в несколько слоёв.</p> <p>Для того, чтобы построить прямоугольник нужно знать координаты двух его противоположных углов в декартовой системе координат XYZ.</p> <p>Как именно по отношению к началу координат будет располагаться поверхность, не важно. Например, так, как показано на <i>рис.1</i>. Тогда координаты углов прямоугольников будут следующими:</p>	<p><i>Рис. 2.</i></p> 

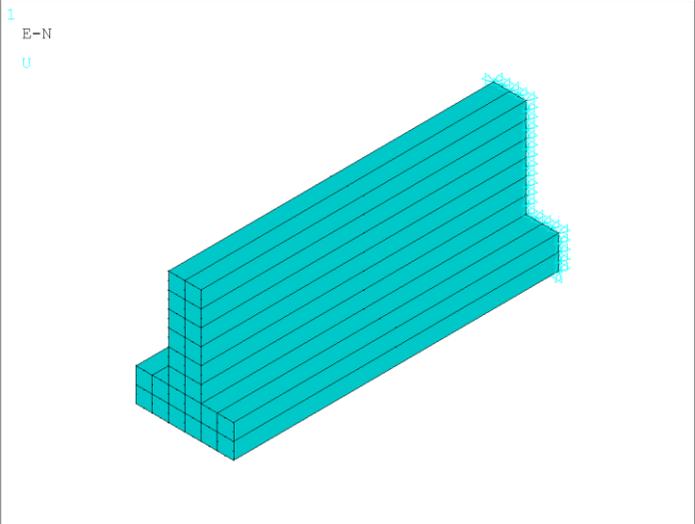
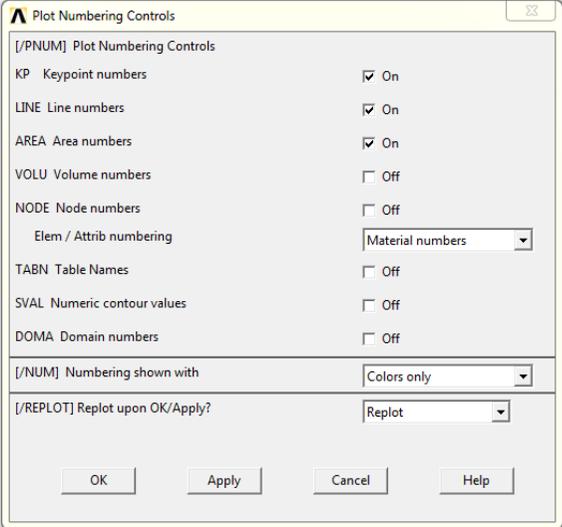
№	Действие	Результат
	<p><i>Поверхности поперечного сечения:</i></p> <p>Прямоугольники:</p> <p>M_M > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Rectangle > By Dimensions</p> <p>X1, X2 пишем в окошках -a и a</p> <p>Y1, Y2 пишем в окошках 0 и 8*a</p> <p>> Apply ></p> <p>X1, X2 пишем в окошках -3*a и 3*a</p> <p>Y1, Y2 пишем в окошках 2*a и 0</p> <p>> OK</p>   <p> - автоформат (меню справа).</p>	
5	<p>К поверхностям применяется логическая операция наложения:</p> <p>M_M > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Overlap > Areas > Pick All</p> <p>Прорисовываем всё, что есть:</p> <p>U_M > Plot > Multi-Plots</p> <p>Накладывающиеся части нескольких поверхностей становятся одной поверхностью; соприкасающиеся поверхности склеиваются.</p>	

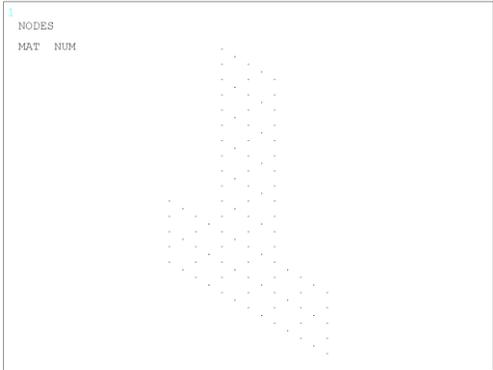
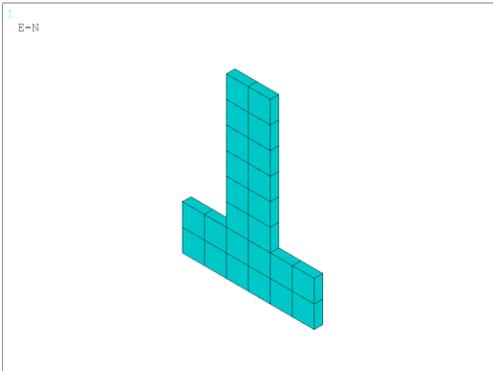
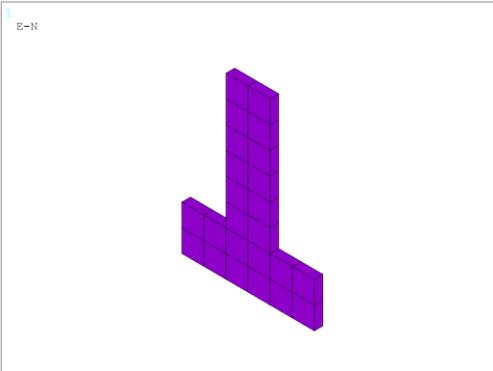
№	Действие	Результат																												
6	<p>Геометрические характеристики начерченной поверхности:</p> <p>M_M > Preprocessor > Modeling > Operate > Calc Geom Items > Of Areas ></p> <p>Переключатель Selection устанавливаем как "Normal" > OK</p> <p>Получаем: $x_c = 0; y_c = 3; z_c = 0$ - координаты центра тяжести;</p> <p>$THXY = 0; THYZ = 0; THZX = 0$ - 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 0,3,0</p> <p>В окошке "XY,YZ,ZX Angles" пишем угол перехода 0,0,0 > OK</p> <p>Видим: положение центра тяжести фигуры и направления её главных центральных осей совпадают с указанными на <i>рис.1</i>. Главные моменты инерции фигуры:</p> <p>$I_{x_{II}} = I_{XX} = 136$</p> <p>$I_{y_{II}} = I_{YY} = 40$</p> <p>Эти результаты совпадают с приведенными на <i>рис.1</i>. (числа, выделенные синим цветом).</p>	 <p>PRINT GEOMETRY ITEMS ASSOCIATED WITH THE CURRENTLY SELECTED AREAS</p> <p>*** NOTE *** CP = 40.498 TIME= 16:32:05 Density not associated with all selected areas. Geometry items are based on a unit density.</p> <p>TOTAL NUMBER OF AREAS SELECTED = 4 (OUT OF 4 DEFINED)</p> <p>TOTAL SURFACE AREA OF ALL SELECTED AREAS = 24.000</p> <p>TOTAL VOLUME OF ALL SELECTED AREAS = 24.000</p> <p>CENTER OF MASS XC=-0.18215E-16 YC= 3.0000 ZC= 0.0000</p> <p>*** MOMENTS OF INERTIA *** (BASED ON A UNIT DENSITY AND A UNIT THICKNESS)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>ABOUT ORIGIN</th> <th>ABOUT CENTER OF MASS</th> <th>PRINCIPAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IXX =</td> <td>352.00</td> <td>136.00</td> <td>136.00</td> </tr> <tr> <td>IYY =</td> <td>40.000</td> <td>40.000</td> <td>40.000</td> </tr> <tr> <td>IZZ =</td> <td>392.00</td> <td>176.00</td> <td>176.00</td> </tr> <tr> <td>IXY =</td> <td>0.22371E-13</td> <td>0.21060E-13</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IYZ =</td> <td>0.0000</td> <td>0.0000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IZX =</td> <td>0.0000</td> <td>0.0000</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>PRINCIPAL ORIENTATION VECTORS (X,Y,Z):</p> <p>1.000 0.000 0.000 0.000 1.000 0.000 0.000 0.000 1.000</p> <p>(THXY= 0.000 THYZ= 0.000 THZX= 0.000)</p>  <p>The diagram shows a stepped bar with a vertical y_{II} axis and a horizontal x_{II} axis. The bar consists of a blue top section (width 20, height 13) and a bottom section (width 20, height 10). The bottom section is divided into three colored segments: green (width 8), red (width 8), and magenta (width 8). The principal moments of inertia are indicated as $I_{x_{II}}$ and $I_{y_{II}}$.</p>		ABOUT ORIGIN	ABOUT CENTER OF MASS	PRINCIPAL	IXX =	352.00	136.00	136.00	IYY =	40.000	40.000	40.000	IZZ =	392.00	176.00	176.00	IXY =	0.22371E-13	0.21060E-13		IYZ =	0.0000	0.0000		IZX =	0.0000	0.0000	
	ABOUT ORIGIN	ABOUT CENTER OF MASS	PRINCIPAL																											
IXX =	352.00	136.00	136.00																											
IYY =	40.000	40.000	40.000																											
IZZ =	392.00	176.00	176.00																											
IXY =	0.22371E-13	0.21060E-13																												
IYZ =	0.0000	0.0000																												
IZX =	0.0000	0.0000																												

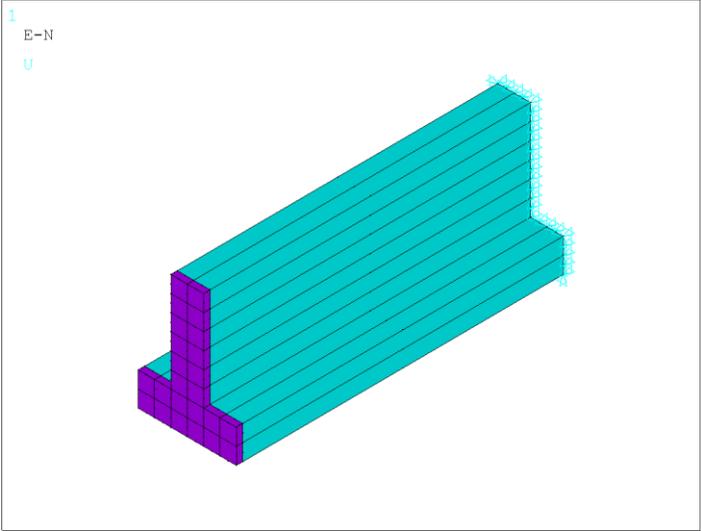
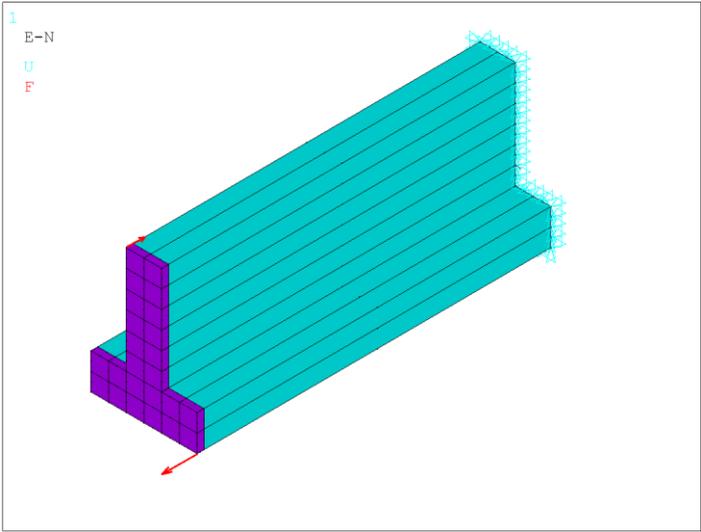
№	Действие	Результат
7	<p><i>Главные центральные оси поперечных сечений (система координат №11):</i></p> <p>Декартову систему координат №11 (главные центральные оси поперечных сечений стержня) создаём по системе координат рабочей плоскости:</p> <pre>U_M > WorkPlane > Local Coordinate Systems > > Create Local CS > At WP Origin ></pre> <p>KCN пишем 11</p> <p>KCS устанавливаем Cartesian (декартова)</p> <p>> ОК</p> <p>Гасим оси координат рабочей плоскости:</p> <pre>U_M > WorkPlane > DisplayWorking Plane</pre> <p>Прорисовываем всё, что есть:</p> <pre>U_M > Plot > Multi-Plots</pre>	 <p>The image shows the 'Create Local CS at WP Origin' dialog box with 'KCN' set to 11 and 'KCS Type of coordinate system' set to 'Cartesian'. Below it is a 3D model of a beam with a local coordinate system (CS 11) and a multi-plot window showing 'real=1', 'csys=11', and 'secn=1'.</p>
<p>Балка, твердотельное моделирование совмещается с одновременным созданием конечноэлементной модели</p>		
8	<p><i>Размер стороны элемента для разбиения:</i></p> <pre>M_M > Preprocessor > Meshing > Size Cntrl > ManualSize > Global > Size</pre> <p>Size пишем, например а</p> <p>> ОК</p>	 <p>The image shows the 'Global Element Sizes' dialog box with 'SIZE Element edge length' and 'NDIV No. of element divisions' fields.</p>
9	<p><i>Указываем материал, тип элементов и номер поперечного сечения:</i></p> <pre>M_M > Preprocessor > Meshing > Mesh Attributes > All Areas ></pre> <p>MAT установить "1"</p> <p>TYPE установить "2 MESH200"</p> <p>> ОК</p>	 <p>The image shows the 'Area Attributes' dialog box with 'MAT Material number' set to 1, 'TYPE Element type number' set to 2 MESH200, and 'SECT Element section' set to None defined.</p>

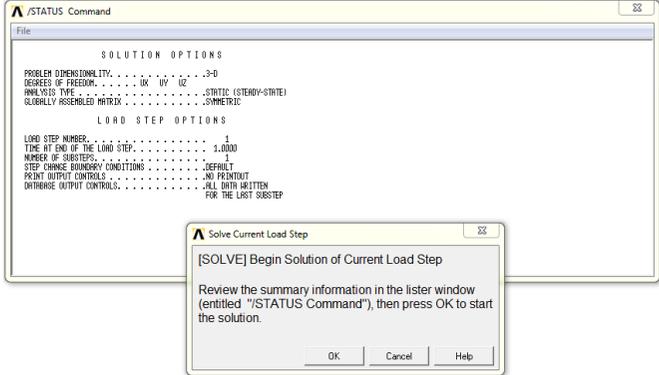
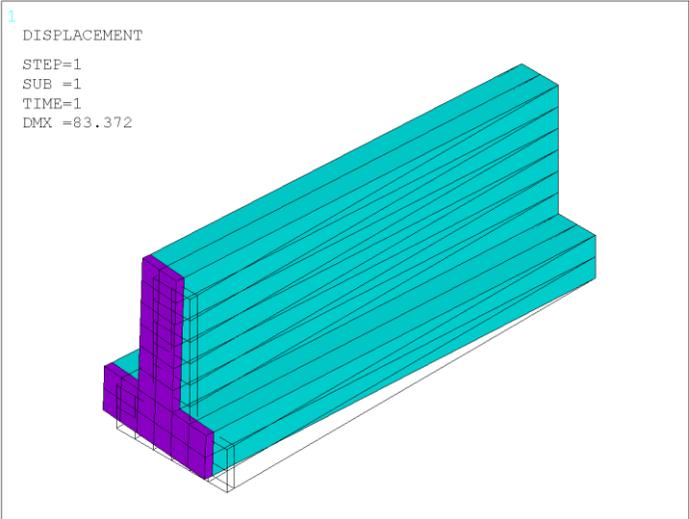
№	Действие	Результат
10	<p><i>Разбиваем фигуру на плоские неисполняемые элементы:</i></p> <p>M_M > Preprocessor > Meshing > Mesh > Areas > Mapped > > 3 or 4 sided > Pick All > OK</p> <p>Прорисовываем всё, что есть:</p> <p>U_M > Plot > Multi-Plots</p>	
11	<p><i>Изометрия:</i></p> <p> - изометрия;  - автоформат (меню справа).</p> <p>Прорисовываем всё, что есть:</p> <p>U_M > Plot > Multi-Plots</p>	
12	<p><i>Закрепления:</i></p> <p>Узлы, лежащие в заделке, уже созданы; закрепляем по всем степеням свободы:</p> <p>M_M > Preprocessor > Loads > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Nodes > Pick All Lab2 установить "All DOF" > OK</p> <p>Прорисовываем всё, что есть: U_M > Plot > Multi-Plots</p> <p>Предупреждающее окно "Warning" (если будет) закройте Close.</p>	

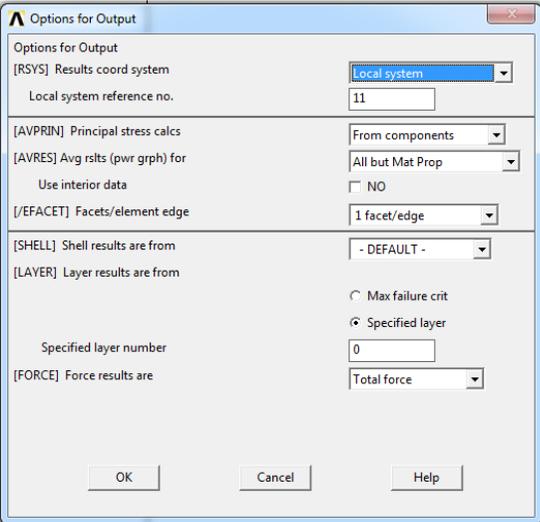
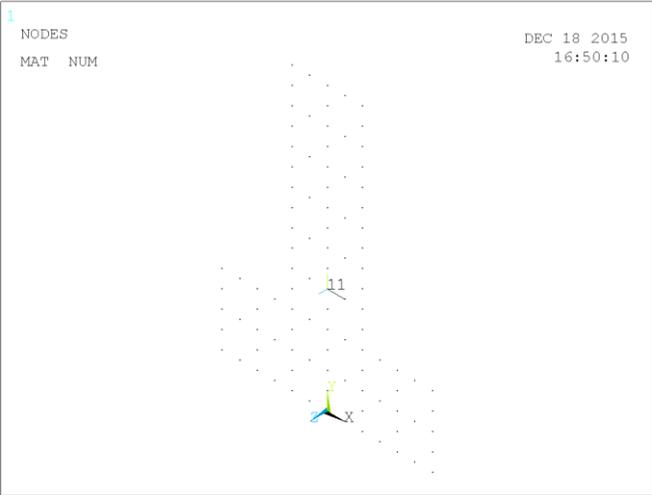
№	Действие	Результат
13	<p><i>Параметры выдавливания поверхности с плоской сеткой конечных элементов в объём с сеткой объёмных конечных элементов:</i></p> <pre>M_M> Preprocessor> Modeling> Operate> Extrude> Elem Ext Opts> [TYPE] установить "1 SOLID186" [MAT] установить "1" [VAL1] установить "2" [VAL2] установить "1/50" ACLEAR установить "Yes" > ОК</pre> <p>Это значит: выдавливаемые элементы будут типа №1 (таблица элементов) из материала №1 (таблица материалов), на всю длину балки их будет 2, причём вторые в 50 раз короче первых, после выдавливания поверхности почистить от неисполняемых конечных элементов.</p>	
14	<p><i>Выдавливаем поперечное сечение в прямую балку:</i></p> <pre>M_M > Preprocessor > Modeling > Operate> Extrude > Areas > > By XYZ Offset > Pick All</pre> <p>Окошки DX,DY,DZ заполняем, как 0 0 l</p> <p>> ОК</p> <p>Обновляем изображение:</p> <pre>U_M > Plot > Multi-Plots</pre> 	

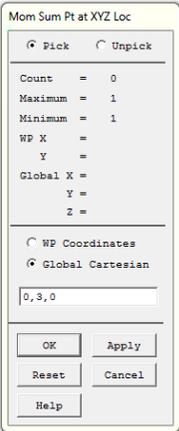
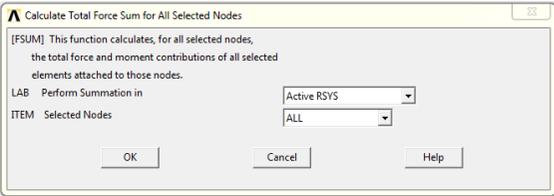
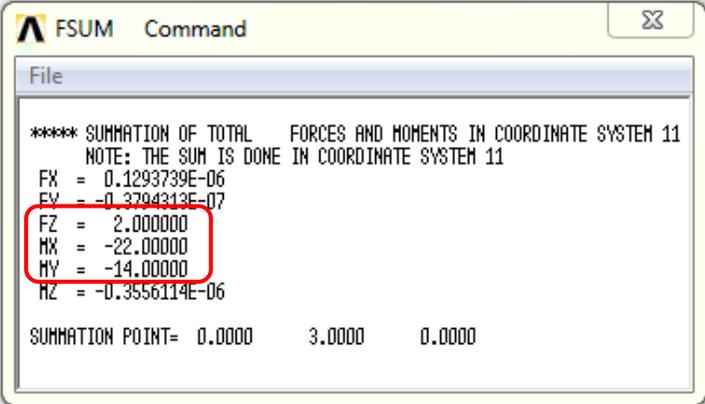
№	Действие	Результат
15	<p><i>Указываем, что именно нужно теперь прорисовывать по команде Multi-Plots:</i></p> <p>U_M > PlotCtrls > Multi-Plot Controls > Появляется первое окно Multi-Plotting > > OK ></p> <p>Появляется второе окно Multi-Plotting > Ставим отметки только напротив Nodes и Elements > > OK</p> <p><i>Обновляем изображение:</i></p> <p>U_M > Plot > Multi-Plots</p> <p>Теперь видим только конечноэлементную модель: чёрные точки – узлы модели, голубые брусочки – объёмные конечные элементы.</p>	
16	<p><i>Элементы нумеровать только цветом по номеру материала:</i></p> <p>U_M > PlotCtrls > Numbering > Отметить KP, LINE, AREA [/NUM] устанавливаем "Colors only" > OK</p>	

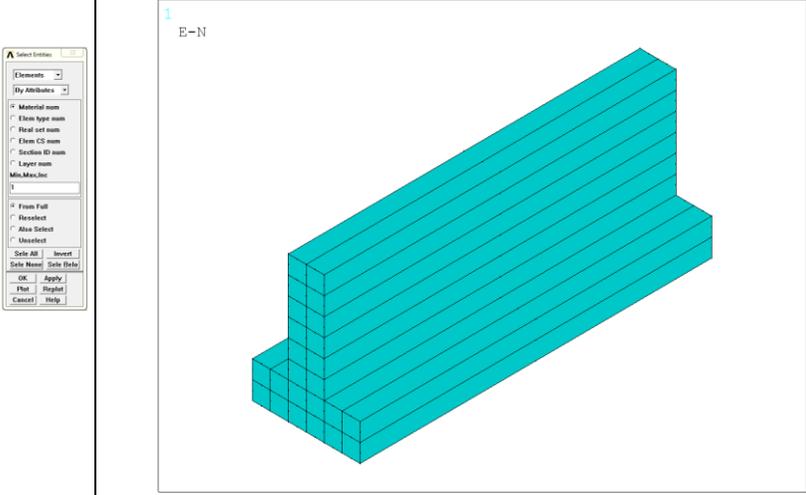
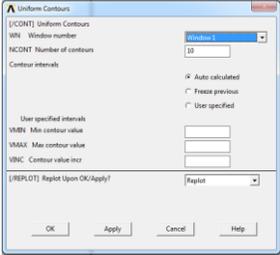
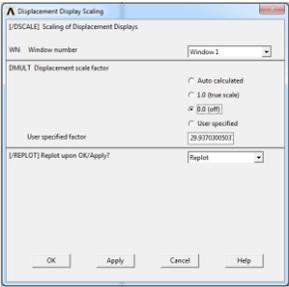
№	Действие	Результат
17	<p>Создаём на конце стержня жёсткое плоское сечение:</p> <p>Выделяем узлы торца: U_M > Select > Entities... > В Select Entities установить "Nodes" и "By Location" Верхний селектор установить на "Z coordinates" В окошке Min, Max пишем l Нижний селектор установить на "From Full" > ОК</p> <p>Прорисовываем выделенные узлы: U_M > Plot > Nodes</p> <p>Элементы, которые касаются выделенных узлов: U_M > Select > Entities... > В Select Entities установить "Nodes" и "Attached to" Верхний селектор установить на "Nodes" Нижний селектор установить на "From Full" > ОК</p> <p>Прорисовываем выделенные узлы и элементы: U_M > Plot > Multi-Plots</p> <p>Меняем выделенным элементам материал с №1 (податливый) на №2 (жёсткий): M_M > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Elements > > Modify Attrib > Pick All > STLOC установить "Material MAT" В окошке I1 пишем 2 > ОК</p> <p>Обновляем изображение: U_M > Plot > Replot</p>	   

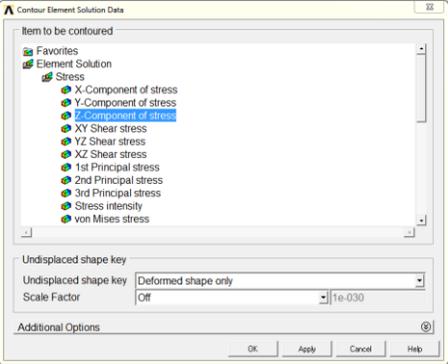
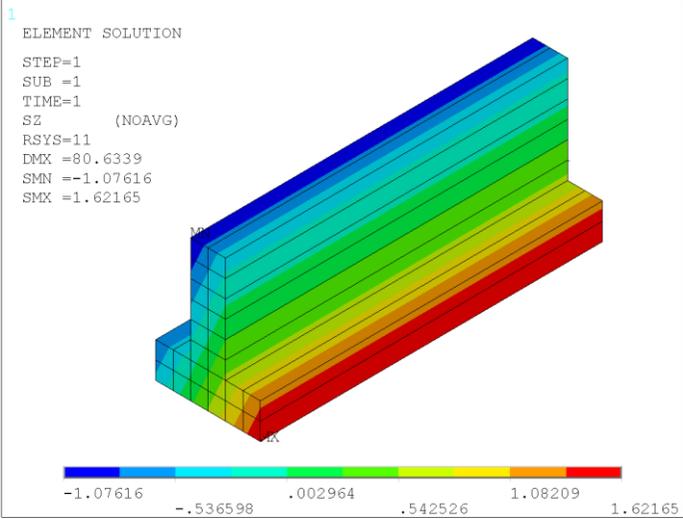
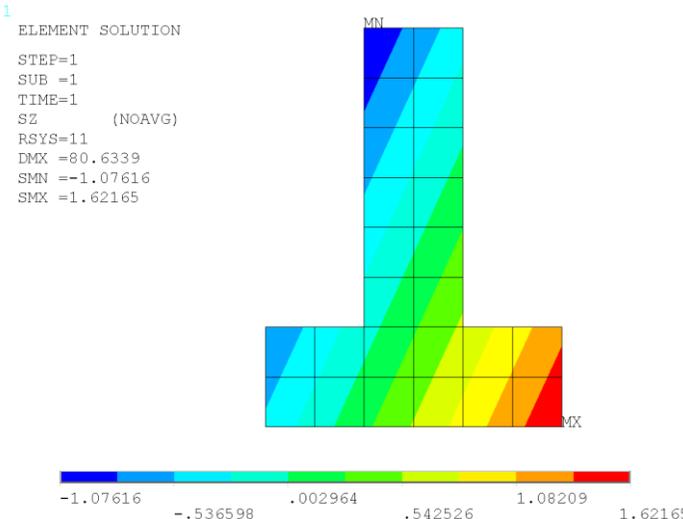
№	Действие	Результат
18	<p><i>Рассматриваем, что получилось – податливая балка с жёстким поперечным сечением на торце:</i></p> <p>U_M > Select > Everything U_M > Plot > Multi-Plots</p> <p>Автоформат – </p>	
19	<p><i>Внешние сосредоточенные силы:</i></p> <p>M_M > Preprocessor > Loads > Define Loads > Apply > Structural > Force/Moment > On Nodes > Левой кнопкой мыши кликнуть на узел в точке А (рис.1.) > OK > Lab установить "FZ" VALUE установить "$4 * F$"</p>  <p>> Apply > Левой кнопкой мыши кликнуть на узел в точке В (рис.1.) > OK > Lab установить "FZ" VALUE установить "$-2 * F$"</p>  <p>Прорисовываем всё, что есть: U_M > Plot > Multi-Plots</p>	

№	Действие	Результат
Расчёт		
20	<p><i>Запускаем расчёт:</i></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>	 <p>The screenshot shows the "/STATUS Command" window with the following text:</p> <pre> SOLUTION OPTIONS PROBLEM DIMENSIONALITY 3-D DEGREES OF FREEDOM 107 102 ANALYSIS TYPE STATIC (STEADY-STATE) DYNAMICALLY ASSEMBLED MATRICES SYMMETRIC LOAD STEP OPTIONS LOAD STEP NUMBER 1 TIME AT END OF THE LOAD STEP 1.0000 NUMBER OF SUBSTEPS 1 STEP CHANGE BOUNDARY CONDITIONS DEFAULT PRINT OUTPUT CONTROLS NO PRINTOUT OVERWRITE OUTPUT CONTROLS ALL DATA WRITTEN FOR THE LAST SUBSTEP </pre> <p>Below it is a "Solve Current Load Step" dialog box with the text: "[SOLVE] Begin Solution of Current Load Step. Review the summary information in the lister window (entitled "/STATUS Command"), then press OK to start the solution. [OK] [Cancel] [Help]</p>
Просмотр результатов:		
21	<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 брусочками/элементами. Прогибается вверх и влево, всё правильно.</p>	 <p>The screenshot shows a 3D plot of a beam's displacement. The text in the top left corner reads: "1 DISPLACEMENT STEP=1 SUB =1 TIME=1 DMX =83.372". The beam is shown in a perspective view, with the undeformed shape as a black grid and the deformed shape as a cyan-colored solid.</p>

№	Действие	Результат
22	<p><i>Результаты печатывать в системе координат №11 главных центральных осей:</i></p> <p>M_M > General Postproc > Options for Outp > [RSYS] Results for Output установить "Local system" В окошке Local system reference no. указать 11 > OK</p>	
23	<p><i>Из всех узлов модели выделяем те, которые в заделке (то есть, имеют координату $z=0$):</i></p> <p>Выделяем узел с координатой $z=0$:</p> <p>U_M > Select > Entities... > В Select Entities установить "Nodes" и "By Location" Верхний селектор установить на «Z coordinates» В окошке Min,Max пишем 0,0 Нижний селектор установить на «From Full» > OK</p> <p>Прорисовываем, что получилось:</p> <p>U_M > Plot > Nodes</p>	

№	Действие	Результат
24	<p>Усилия, с которыми элемент действуют на выделенные узлы:</p> <p>Точка отсчёта моментов (центр тяжести сечения): M_M > General Postproc > Nodal Calcs > > Summation Pt > At XYZ Loc > Селектор устанавливаем на Global Cartesian В окошке пишем глобальные декартовы координаты центра тяжести заданного поперечного сечения (см. действие №6) 0,3,0 > OK</p>  <p>Показать все шесть усилий (три силы, три момента): M_M > General Postproc > Nodal Calcs > Total Force Sum LAB установить "Active RSYS" ITEM установить "ALL" > OK</p>  <p>Внутренние изгибающие моменты равны:</p> $N = F_Z = +2 ;$ $M_x = -22 ;$ $M_y = -14 .$ <p>Точное совпадение с результатами аналитического расчёта (рис. 2).</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>	 <pre> **** SUMMATION OF TOTAL FORCES AND MOMENTS IN COORDINATE SYSTEM 11 NOTE: THE SUM IS DONE IN COORDINATE SYSTEM 11 FX = 0.1293739E-06 FY = -0.3704313E-07 FZ = 2.000000 MX = -22.000000 MY = -14.000000 MZ = -0.3556114E-06 SUMMATION POINT= 0.0000 3.0000 0.0000 </pre>

№	Действие	Результат
25	<p><i>Выделяем все податливые (из материала №1) конечные элементы и их узлы:</i></p> <p>Элементы: U_M > Select > Entities... > В Select Entities установить "Elements" и "By Attributes" Верхний селектор установить на "Material num" В окошке Min, Max, Inc пишем 1 Нижний селектор установить на "From Full" > ОК</p> <p>Их узлы: U_M > Select > Everything Below > Selected Elements</p> <p>Прорисовываем, что получилось: U_M > Plot > Multi-Plots</p> <p>Автоформат – </p>	
26	<p><i>Цветовая шкала будет состоять из десяти цветов:</i></p> <p>U_M > PlotCtrls > Style > Contours > Uniform Contours > NCONT пишем 10 > ОК</p>	
27	<p><i>Напряжения будем смотреть на недеформированной форме:</i></p> <p>U_M > PlotCtrls > Style > Displacement Scaling > DMULT устанавливаем "0.0(off)" > ОК</p>	

№	Действие	Результат
28	<p>Осевые напряжения в выделенном элементе:</p> <p>M_M > General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Element Solu> Element Solution> Stress> Z-Component of stress > OK</p> 	 <p>ELEMENT SOLUTION STEP=1 SUB =1 TIME=1 SZ (NOAVG) RSYS=11 DMX =80.6339 SMN =-1.07616 SMX =1.62165</p>
29	<p>Фронтальный вид:</p>  - вид спереди;  - автоформат. <p>Наиболее опасные точки поперечного сечения отмечены надписями MN и MX</p> $\sigma_{min} = \sigma_B = -1,08 \quad ;$ $\sigma_{max} = \sigma_A = 1,62 \quad .$ <p>Точное совпадение с результатами аналитического расчёта (рис. 2). Местоположения точек A и B совпадают.</p>	 <p>ELEMENT SOLUTION STEP=1 SUB =1 TIME=1 SZ (NOAVG) RSYS=11 DMX =80.6339 SMN =-1.07616 SMX =1.62165</p>

Настройка нелинейной цветовой шкалы:

U_M > PlotCtrls > Style > Contours > Non-niform Contours...

V1 пишем -1e6

V2 пишем 0

V3 пишем 1e6

> ОК



Растянутая зона поперечного сечения окрасится в красный цвет, сжатая - в зелёный. Изменим палитру: голубой и жёлтый.

30

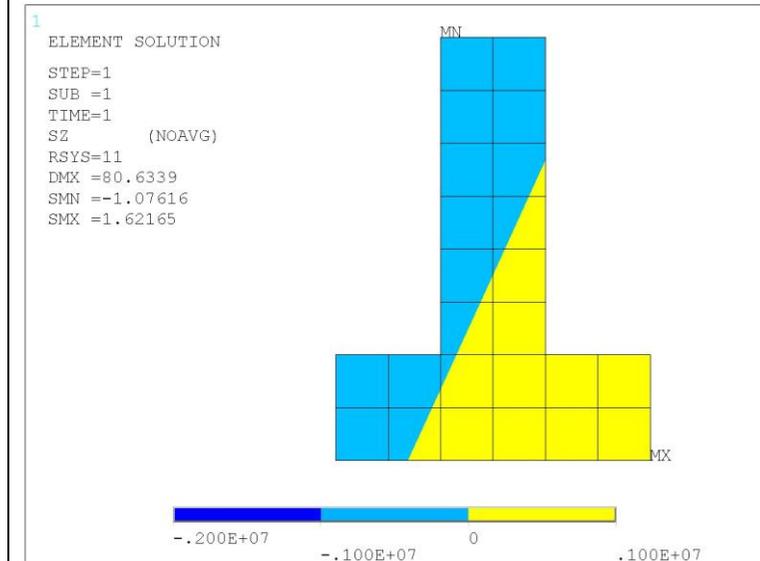
U_M > PlotCtrls > Style > Colors > Contour Colors... >

Contour Number 2 устанавливаем "голубой"

Contour Number 3 устанавливаем "жёлтый"

> ОК

Видим нейтральную линию (н.л.), отделяющую растянутые зоны друг от друга. Линия НЕ проходит через центр тяжести сечения. Качественно, по сетке элементов с размерами ячеек $a \times a$, можно отметить совпадение положения нейтральной линии здесь и на *рис. 2*.

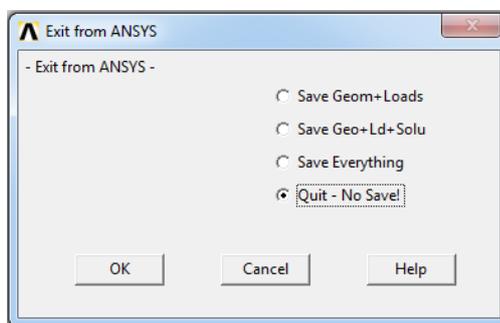


Сохраняем проделанную работу:

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.