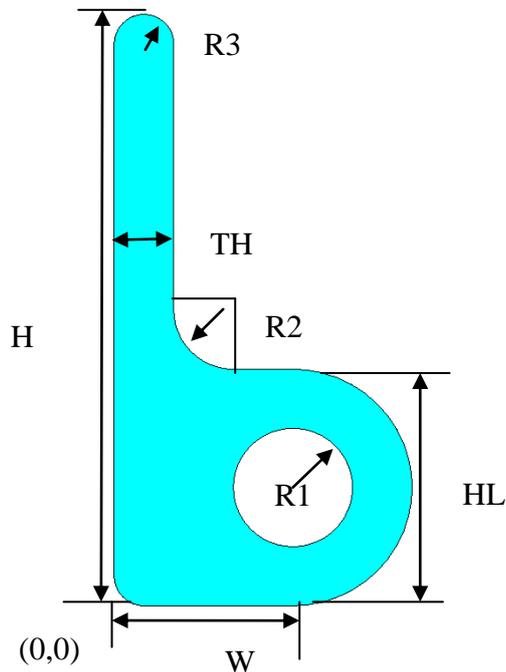


#### Задание 4. Построение плоской криволинейной геометрии

Рассмотрим построение геометрии плоской области в форме буквы «Ь», ограниченной прямыми и кривыми линиями в виде дуг окружности.



##### 1. Введение параметров

###### 1.1. Utility Menu>Parameters>Scalar Parameters

1.2. В появившемся окне **Selection** ввести имена и значения параметров (после набора каждого параметра нажимать **Accept**, комментарии набирать не нужно!).

H=10 ! Высота буквы (10 м)

W=3 ! Размер по ширине (5 м)

TH=1 ! Толщина буквы (1 м)

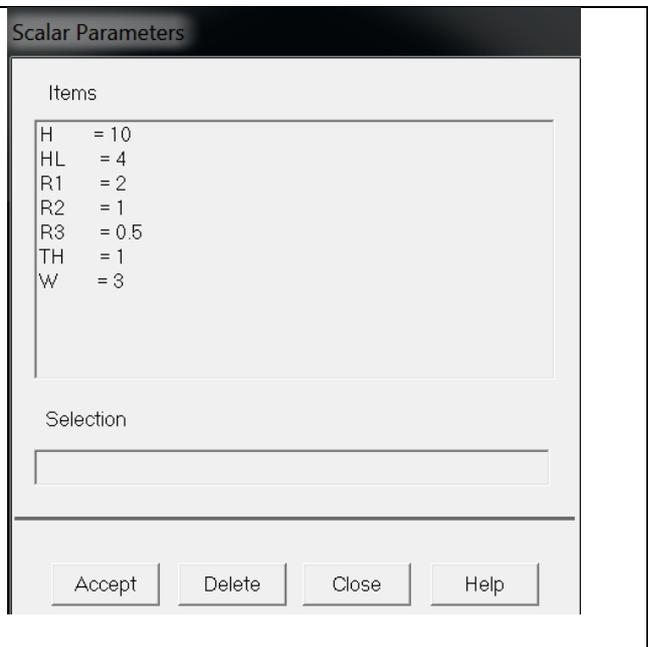
HL=4 ! Дополнительный размер по высоте (4 м)

R1=2 ! большой радиус (2 м)

R2=1 ! радиус отверстия (1м)

R3=0.5 ! радиус скругления (0.5 м)

###### 1.3. Close



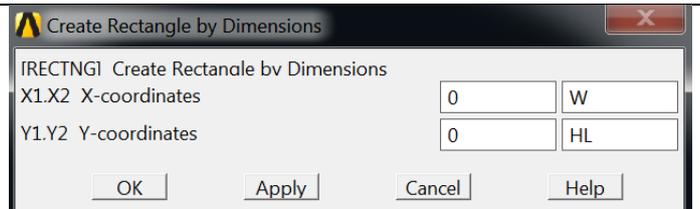
##### 2. Создание базовых примитивов, проведение булевых операций

В данном примере сначала создадим два прямоугольника и объединим их в одну.

2.1 Создадим первый прямоугольник высоты  $HL$  и ширины  $W$ .

**Main Menu>Preprocessor>Modeling>Create>Areas>Rectangle>By Dimensions**

В окне «**Create Rectangle by Dimensions**» ввести координаты прямоугольника (начало координат расположим в левом нижнем углу):  
 $X1=0, X2=W, Y1=0, Y2=HL$

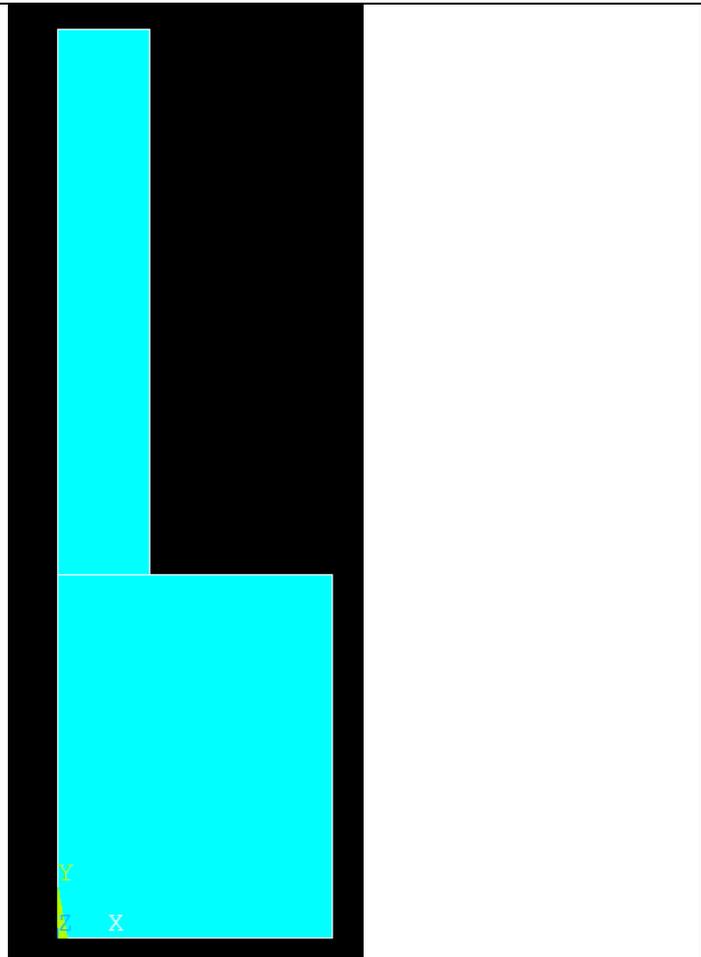


2.2 Создадим второй прямоугольник высоты  $H-HL$  и ширины  $TH$ .

**Main Menu>Preprocessor>Modeling>Create>Areas>Rectangle>By Dimensions**

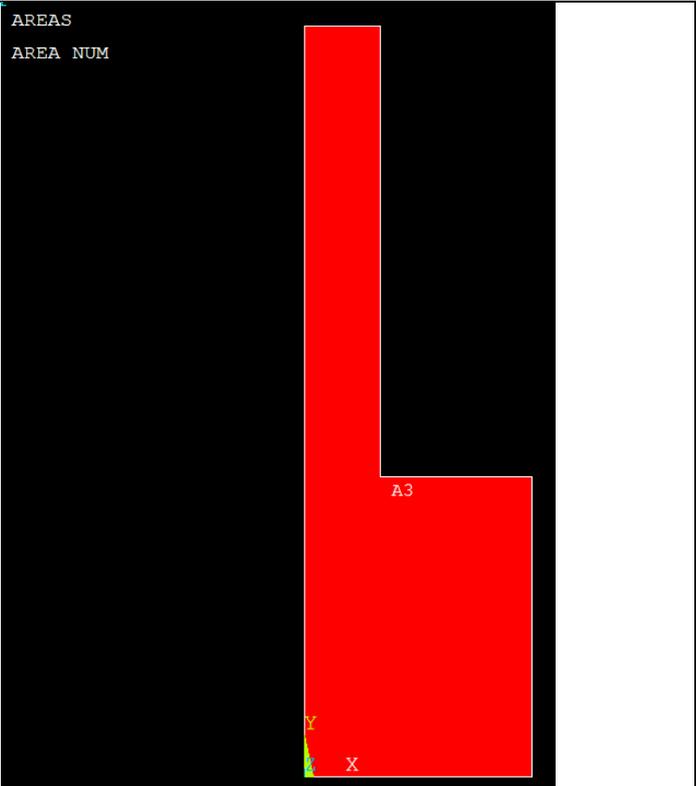
В окне «**Create Rectangle by Dimensions**» ввести координаты прямоугольника (начало координат расположим в левом нижнем углу):  
 $X1=0, X2=TH, Y1=HL, Y2=H$

В итоге получится



2.3 Соединение двух областей в одну  
(операция Add)  
**Main Menu>Preprocessor>Modeling>Operate>Booleans>Add>Areas**

Нажать мышкой на две построенные области (A1 и A2). В результате получится область A3 (отобразите нумерацию областей и посмотрите листинг)



3. Построение кривых в виде дуг окружностей: линии

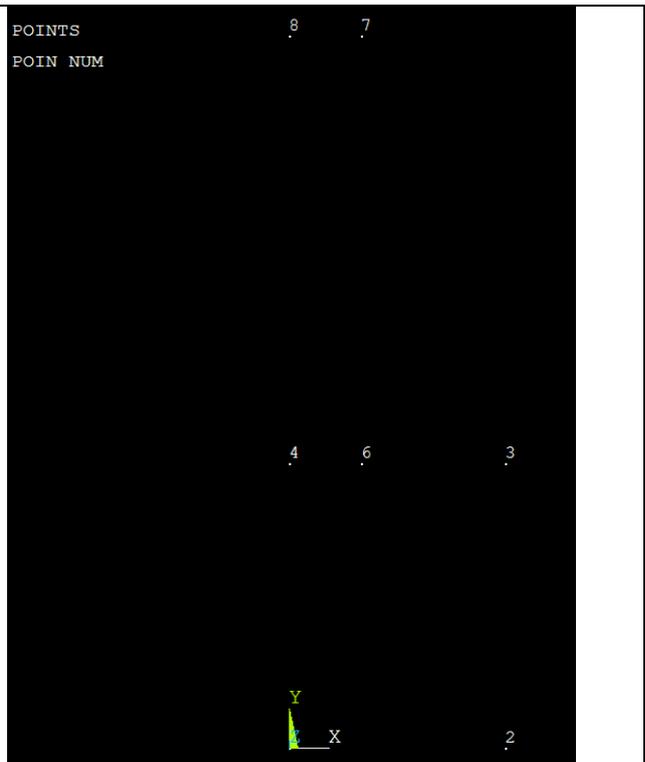
Теперь создадим правую часть буквы «Ь», построив область, ограниченную дугами окружности радиуса R1. Для построения дуг окружностей рассмотрим способ By End KPs and Radius (по конечным точкам и радиусу).

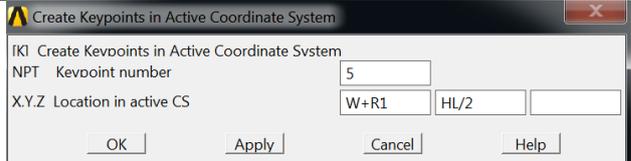
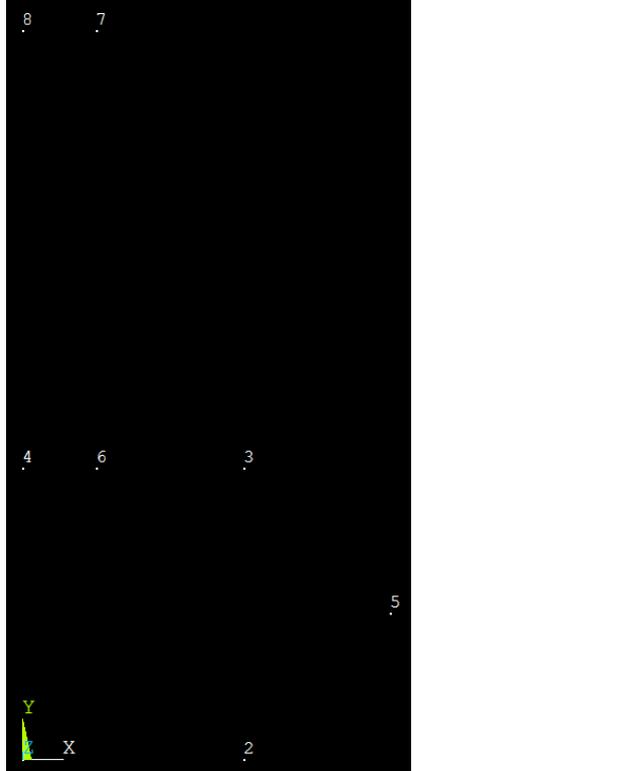
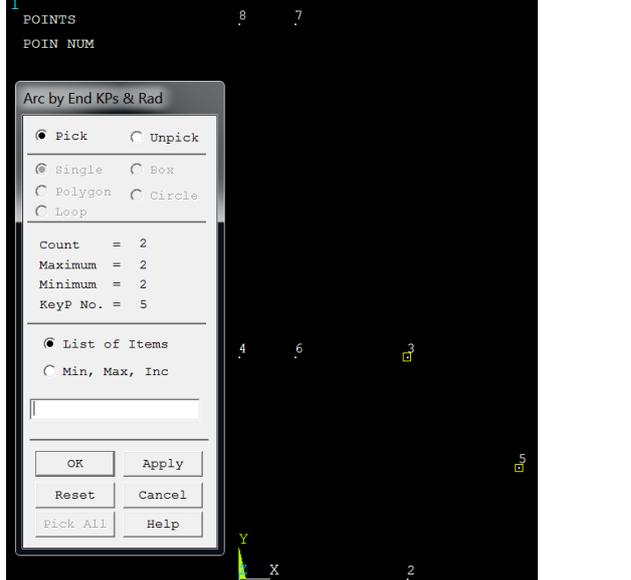
Отметим, что действиям Through 3 KPs (по трем точкам) и By End KPs and Radius будет соответствовать одна команда LARC.

3.1 Построение вспомогательных опорных точек

Отобразим имеющиеся опорные точки вместе с их нумерацией

**Utility Menu>Plot>Keypoints**

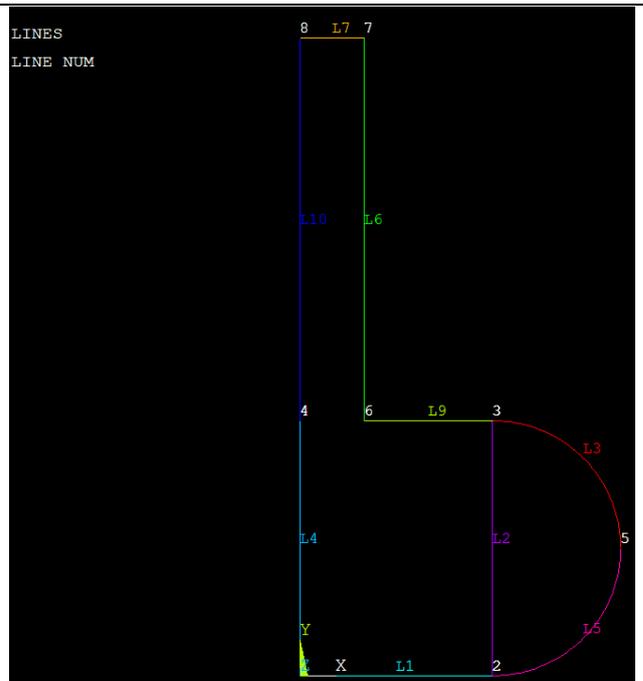


<p>Построим дополнительную опорную точку номер 5 (этот номер доступен) с координатами <math>X=W+R1</math>, <math>Y=HL/2</math></p> <p><b>Main Menu&gt;Preprocessor&gt;Modeling&gt;Create&gt;Keypoints&gt;In Active CS</b></p>	
<p>В результате получится</p> <p>Соединим дугами точки 3 и 5, 2 и 5</p>	
<p>3.2 Построение первой дуги методом By End KPs and Rad</p> <p><b>Main Menu&gt;Preprocessor&gt;Modeling&gt;Create&gt;Lines&gt;Arcs&gt;By End KPs and Rad</b></p>	
<p>Сначала отметить точки 3 и 5. Нажать ОК.</p>	

<p>В открывшемся окне отметить противоположную точку 2, которая будет определять ориентацию дуги</p>	
<p>В открывшемся окне ввести радиус дуги окружности: R1.</p>	
<p>В итоге получится:</p>	
<p>3.2 Построение второй дуги методом By End KPs and Rad</p> <p>Вторая дуга строится аналогично. Сначала нужно указать точки 2 и 5 (в любом порядке), затем точку 3 как вспомогательную и ввести радиус R1.</p> <p>В итоге отобразятся две дуги (заметим, что нумерация линий происходит автоматически).</p>	

### 3.3. Построение области по линиям.

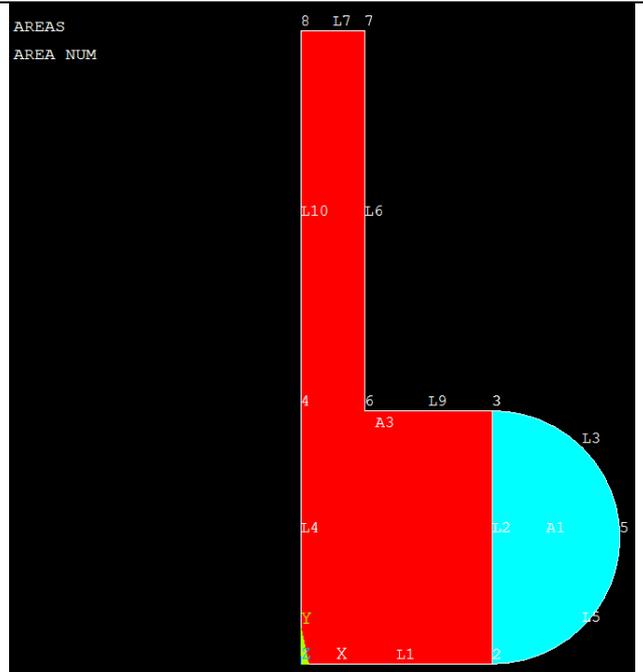
Отообразим линии вместе с их нумерацией.



Новую область создадим из линий L2, L3 и L5.  
**Main Menu>Preprocessor>Modeling>Create  
>Areas>Arbitrary>By Lines**  
Новая область получит номер 1.

В итоге будем иметь две области: A1 и A3.

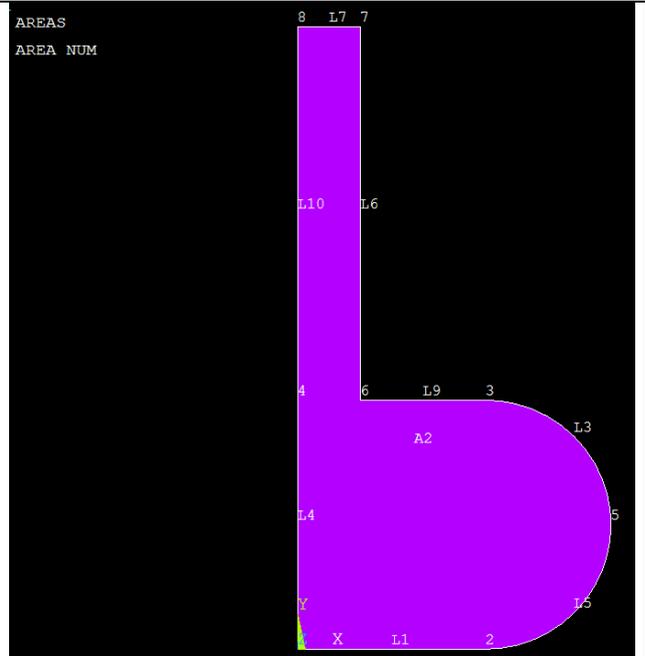
Заметим, что полученные области имеют одну  
общую линию, поэтому их можно не объединять  
между собой.



Мы объединим области для удобства дальнейшего вычитания.

**Main Menu>Preprocessor>Modeling>Operate>Booleans>Add>Areas**

Нажать мышкой на две построенные области (A1 и A3). В результате получится область A2 (отобразите нумерацию областей и посмотрите листинг)

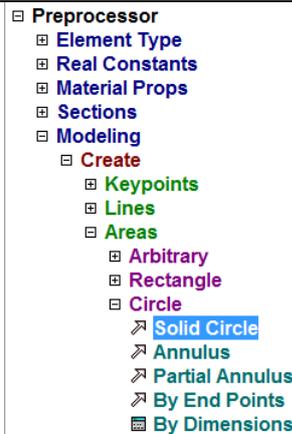


#### 4. Построение кривых в виде дуг окружностей: примитивы (круг)

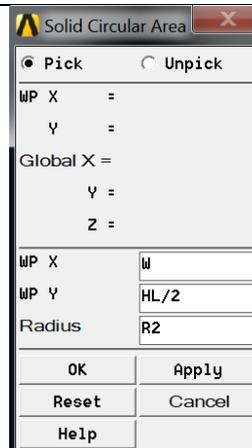
Теперь создадим отверстие буквы «Б», построив круг радиуса R2. Затем мы вычтем его из построенных областей.

##### 4.1. Построение круга

**Main Menu>Preprocessor>Modeling>Create>Areas>Circle>Solid Circle**

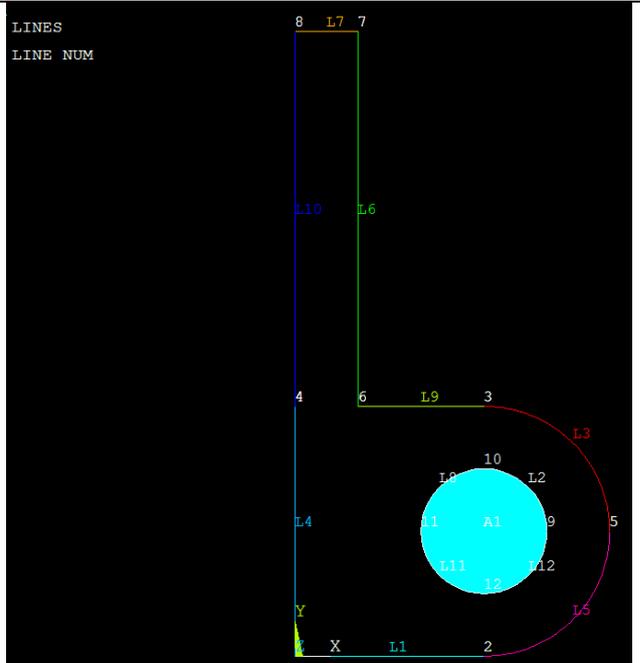


В открывшемся окне ввести координаты центра  $X=W$ ,  $Y=HL/2$  и радиус R2 круга



В результате будет создана область A2. При отображении линий будет следующий вид:

Отобразите линии и убедитесь в том, что построенный круг состоит из четырех линий.

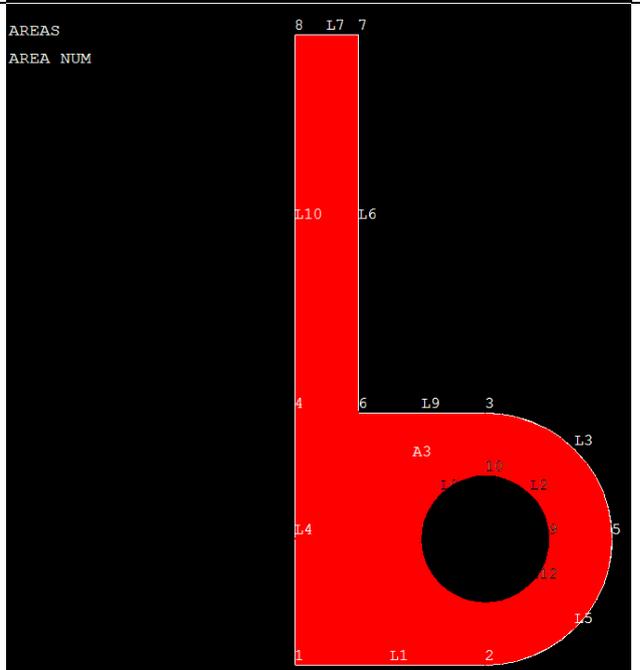


#### 4.2. Получение отверстия (операция Subtract)

**Main Menu>Preprocessor>Modeling>Operate>Booleans>Subtract>Areas**

Сначала нужно указать большую область (A2), из которой будет вырезаться круг, нажать ОК. Затем указать вырезаемую область – круг (область A1), нажать ОК.

Получим область A3.



#### 5. Построение кривых в виде дуг окружностей: скругление между прямыми (Line Fillet)

В заключение сгладим острые углы полученной фигуры с помощью инструмента Line Fillet. Этот инструмент позволяет создавать скругление (галтель) заданного радиуса между двумя пересекающимися линиями.

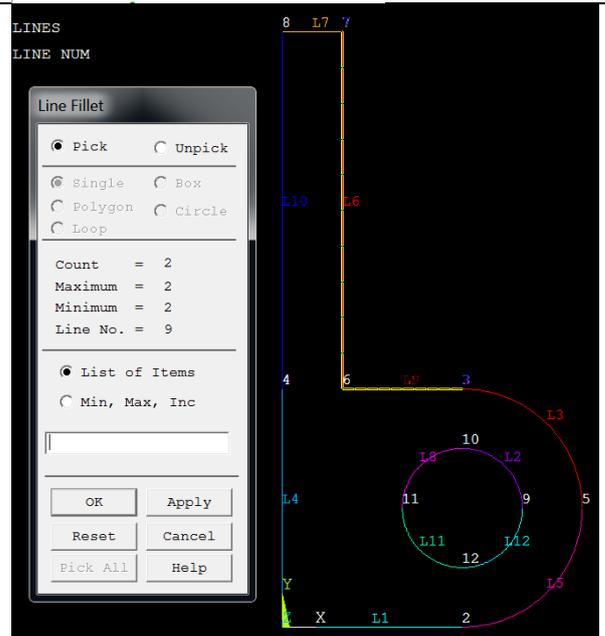
### 5.1. Первое скругление

Отообразим линии: **Plot>Lines**

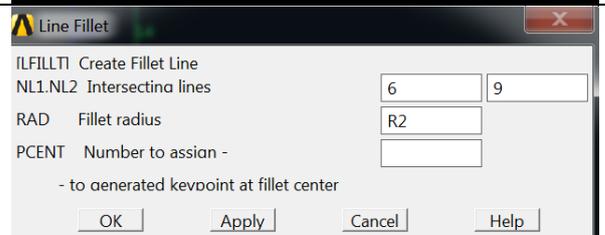
**Main Menu>Preprocessor>Modeling>Create>Lines>Line Fillet**

- ▣ Preprocessor
  - ▣ Element Type
  - ▣ Real Constants
  - ▣ Material Props
  - ▣ Sections
  - ▣ Modeling
    - ▣ Create
      - ▣ Keypoints
      - ▣ Lines
        - ▣ Lines
        - ▣ Arcs
          - Through 3 KPs
          - By End KPs & Rad
          - By Cent & Radius
          - Full Circle
        - ▣ Splines
        - **Line Fillet**

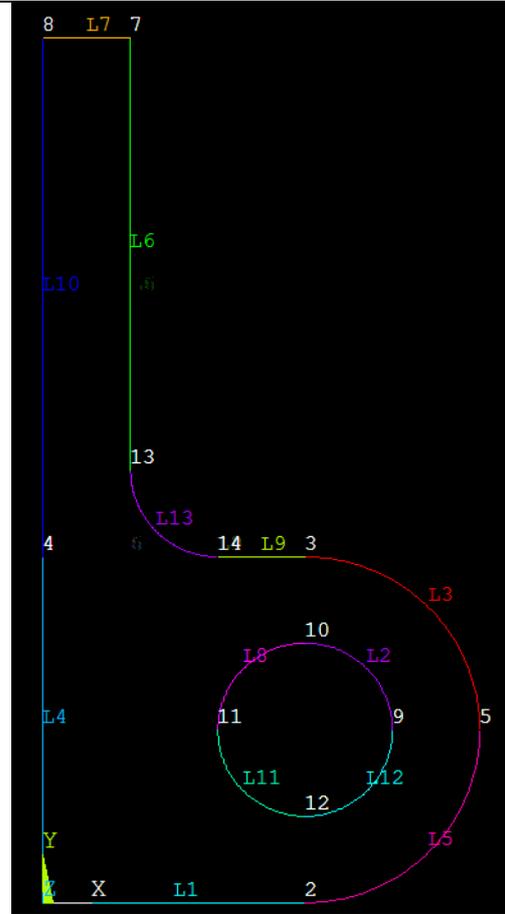
Создадим скругление между двумя верхними линиями L6 и L9. Мышкой указать эти линии или ввести их номера в открывшемся окне.



Теперь введем радиус скругления R2.



Получим скругление. Заметим, что исходные линии изменились, но не поменяли свои номера.



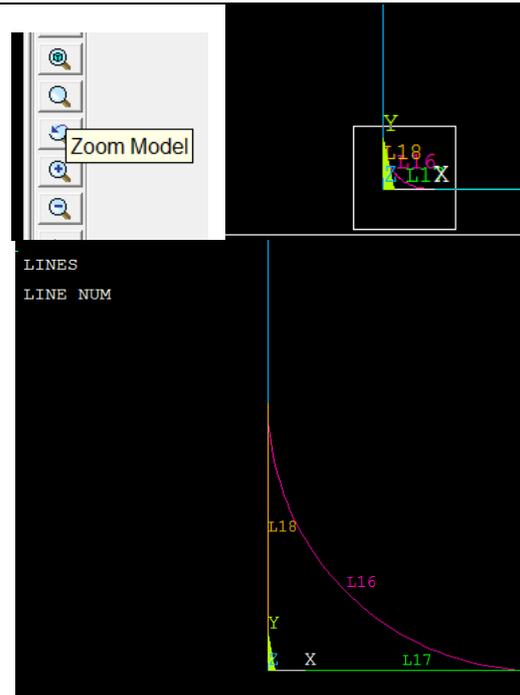
5.3. Результирующая область.  
Осталось создать области, определяющие скругления и вычесть их из исходной.

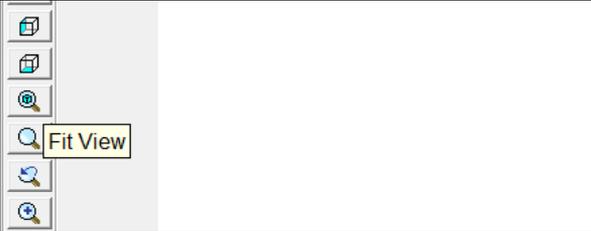
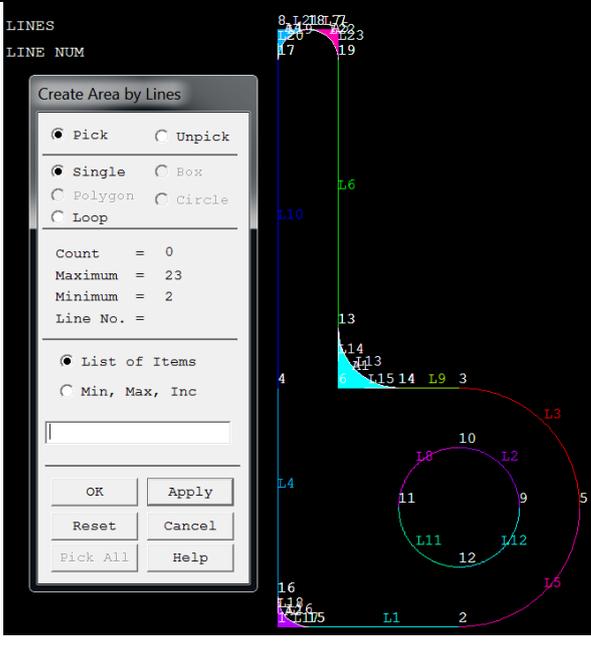
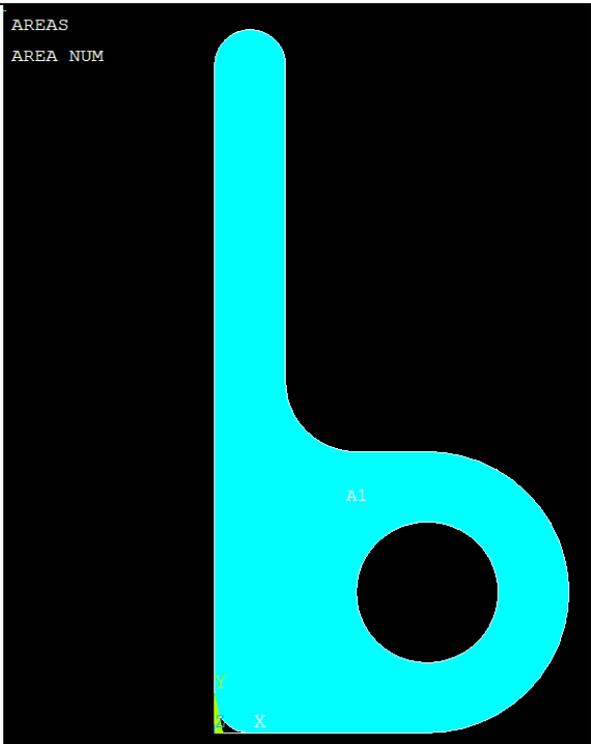
**Main Menu>Preprocessor>Modeling>Create>Areas>Arbitrary>By Lines**

5.4. Просмотр модели: Zoom

Чтобы лучше рассмотреть линии вокруг скругления, можно увеличить интересующий участок модели.

Для этого на панели справа выбирается инструмент Лупа (Zoom)



<p>5.5. Общий вид модели: Fit view</p> <p>Чтобы вернуться к обзору все модели, следует нажать Fit View.</p>	
<p>Создать четыре области, определяющие скругления.</p> <p>Чтобы окно не закрывалось, нажимать Apply. В конце нажать ОК.</p>	
<p>Создадим результирующую область.</p> <p>Три маленькие области следует вычесть, а область побольше – прибавить к исходной большой области</p> <p><b>Main Menu&gt;Preprocessor&gt;Modeling&gt;Operate&gt;Booleans&gt;Subtract&gt;Areas</b></p> <p><b>Main Menu&gt;Preprocessor&gt;Modeling&gt;Operate&gt;Booleans&gt;Add&gt;Areas</b></p> <p>Получим сначала область A6, а результирующая область будет иметь номер A1.</p>	

Очистка расчетной базы и удаление всех данных предыдущего расчета:  
**Utility Menu → Files → Clear & Start New → OK → Yes**

Командный режим

**/PREP7**

**H=10 ! Высота буквы (10 м)**

**W=3 ! Размер по ширине (5 м)**

**TH=1 ! Толщина буквы (1 м)**

**HL=4 ! Дополнительный размер по высоте (4 м)**

**R1=2 ! большой радиус (2 м)**

**R2=1 ! радиус отверстия (1м)**

**R3=0.5 ! радиус скругления (0.5 м)**

**RECTNG,0,W,0,HL ! Первый прямоугольник**

**RECTNG,0,TH,HL,H ! Второй прямоугольник**

**AADD,1,2 ! Соединение двух областей в одну**

**K,5,W+R1, HL/2 ! Построение вспомогательной опорной точки**

**LARC,3,5,2,R1 ! Первая дуга**

**LARC,2,5,3,R1 ! Вторая дуга**

**AL,2,3,5 ! Построение области по линиям**

**AADD,1,3 ! Соединение двух областей в одну**

**CYL4,W,HL/2,R2 ! Создание круга**

**ASBA,2,1 ! Вычитание круга**

**LFILLT,6,9,R2 ! Первое скругление**

**LFILLT,1,4,R3**

**LFILLT,10,7,R3**

**LFILLT,7,6,R3**

**AL,18,16,17**

**AL,20,21,19**

**AL,7,23,22**

**AL,14,13,15**

**!Выбор вычитаемых областей**

**ASEL,S,AREA,,1,2**

**ASEL,A,AREA,,4**

**! Объединение их в группу с именем AGROUP (чтобы вычесть две области, а не одну)**

**CM,AGROUP,AREA**

**!Выбор всех областей**

**ASEL,ALL**

**!Вычитание из области 3 группы областей**

**ASBA,3,AGROUP**

**AADD,6,5 ! Объединение областей в одну**

**! Показ результирующей области**

**APLOT,ALL**