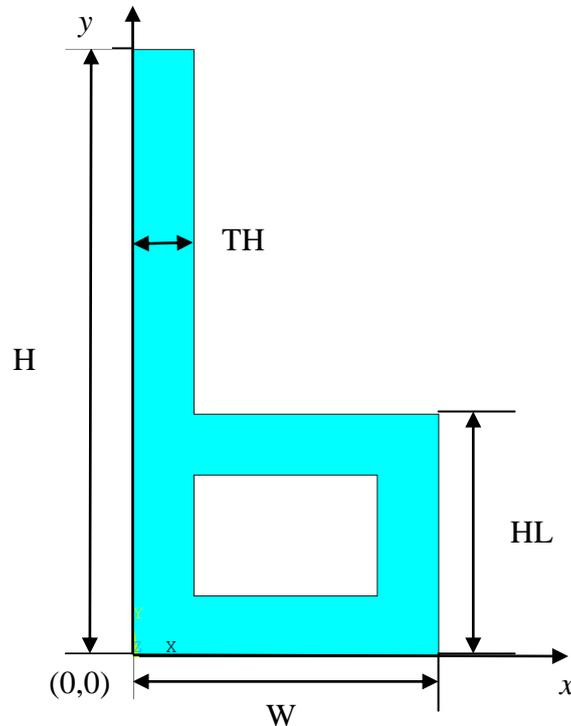


Задание 1. Построение геометрии области методом «снизу вверх»

Рассмотрим построение геометрии плоской области в форме буквы «Ь», ограниченной прямыми линиями. Геометрические параметры области: высота буквы $h=10$ (м), ширина буквы $w=5$ (м), толщина буквы $th=1$ (м), дополнительный размер по высоте: $hl=4$ (м).



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!).

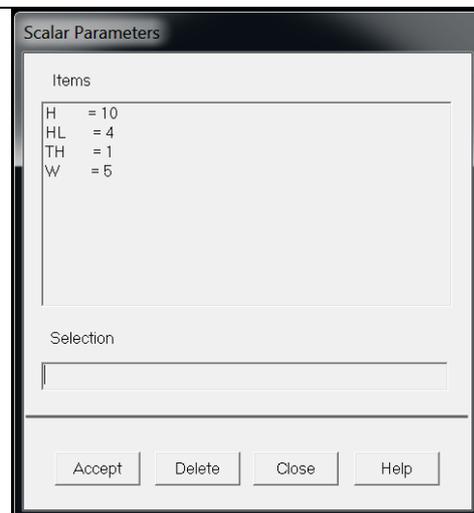
H=10 ! Высота буквы (10 м)

W=5 ! Ширина буквы (5 м)

TH=1 ! Толщина буквы (1 м)

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

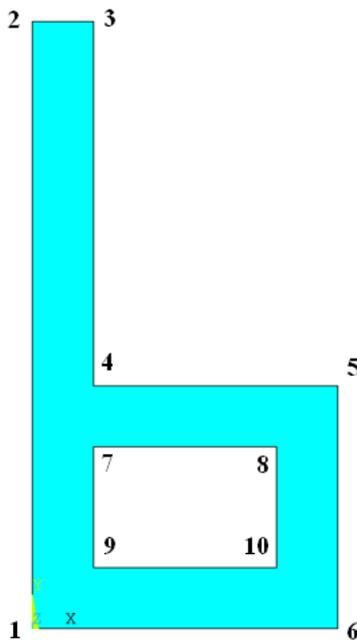
1.3. **Close**



Примечание. Ошибочно введенный параметр можно удалить, нажав **Delete**

2. Создание опорных точек (keypoints)

Для создания области в форме буквы «Ь» нужно построить 10 опорных точек:



Создадим опорные точки 1-10 в текущей активной системе координат (по умолчанию глобальная декартова – Global Cartesian).

<p>Main Menu>Preprocessor>Modeling>Create>Keypoints>In Active CS (в активной системе координат, active coordinate system)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▣ Preprocessor <ul style="list-style-type: none"> ▣ Element Type ▣ Real Constants ▣ Material Props ▣ Sections ▣ Modeling <ul style="list-style-type: none"> ▣ Create <ul style="list-style-type: none"> ▣ Keypoints <ul style="list-style-type: none"> ➤ On Working Plane ▣ In Active CS ➤ On Line ➤ On Line w/Ratio ➤ On Node ➤ KP between KPs ➤ Fill between KPs ▣ KP at center ▣ Hard PT on line ▣ Hard PT on area
<p>В окне «Create Keypoints in Active Coordinate System» введем первой точки NPT → 1 X, Y → 0, 0 Нажать Apply. Окно не закрывается.</p>	
<p>Аналогично ввести остальные точки: NPT → 2 X, Y → 0, h Apply. NPT → 3 X, Y → th, h Apply. NPT → 4 X, Y → th, hl Apply. NPT → 5</p>	

X, Y → w, hl

Apply.

NPT → 6

X, Y → w, 0

Apply.

NPT → 7

X, Y → th, hl-th

Apply

NPT → 8

X, Y → w-th, hl-th

Apply

NPT → 9

X, Y → th, th

Apply.

NPT → 10

X, Y → w-th, th

В конце ввода нажать **ОК.**

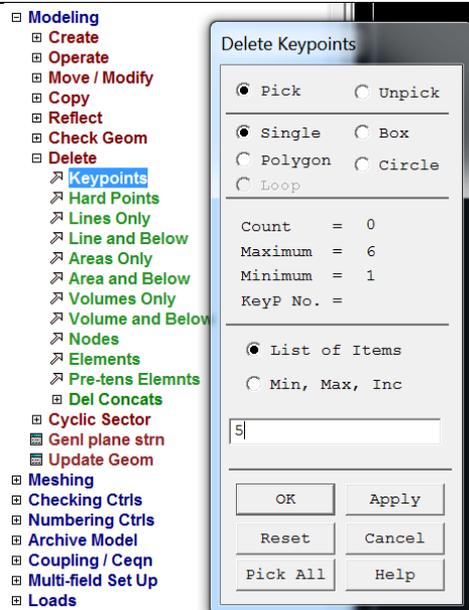
Примечание. Ошибочно введенную точку можно удалить:

Main Menu>Preprocessor>Modeling>

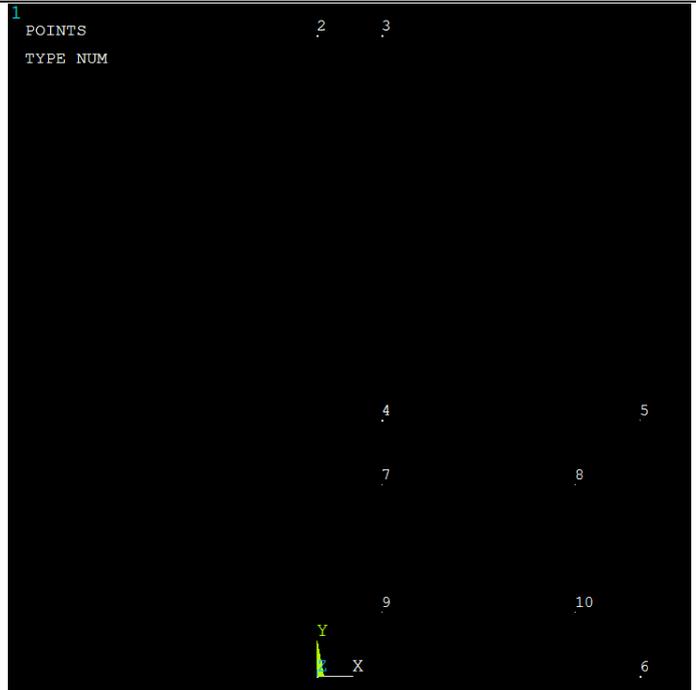
Delete>Keypoints

В открывшемся окне ввести номер точки или нажать мышкой на нужную точку.

Нажать ОК.



В итоге на экране отобразится:
 (нумерация точек отобразится по умолчанию, отобразить нумерацию полученных точек можно, указав в меню: **Utility Menu>PlotCtrls>Numbering>Keypoint numbers.** Нажать ОК.)



Выведем листинг полученных точек (для проверки их координат).
Utility Menu > List > Keypoints>Coordinates Only.

KLIST Command

File

LIST ALL SELECTED KEYPOINTS. DSYS= 0

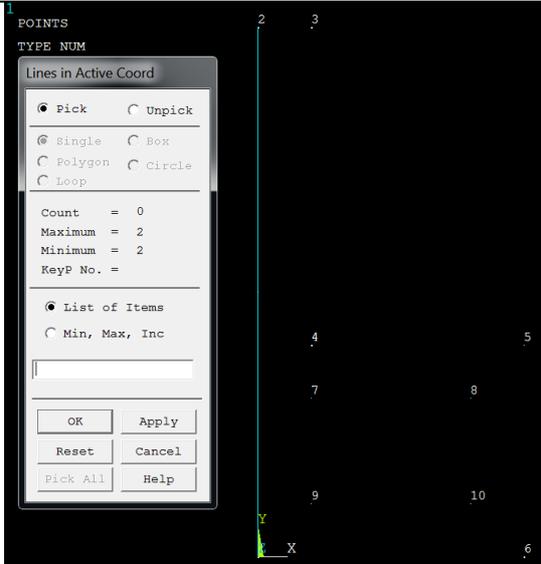
NO.	X,Y,Z LOCATION			THXY, THYZ, THZX ANGLES		
1	0.000000	0.000000	0.000000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.000000	10.000000	0.000000	0.0000	0.0000	0.0000
3	1.000000	10.000000	0.000000	0.0000	0.0000	0.0000
4	1.000000	4.000000	0.000000	0.0000	0.0000	0.0000
5	5.000000	4.000000	0.000000	0.0000	0.0000	0.0000
6	5.000000	0.000000	0.000000	0.0000	0.0000	0.0000
7	1.000000	3.000000	0.000000	0.0000	0.0000	0.0000
8	4.000000	3.000000	0.000000	0.0000	0.0000	0.0000
9	1.000000	1.000000	0.000000	0.0000	0.0000	0.0000
10	4.000000	1.000000	0.000000	0.0000	0.0000	0.0000

3. Создание линий (Lines), соединяющие опорные точки.

Main Menu>Preprocessor>Modeling>Create >Lines>выбрать Straight Line (прямая линия) **либо In Active Coord** (в текущей системе координат)

- Preprocessor
 - Element Type
 - Real Constants
 - Material Props
 - Sections
 - Modeling
 - Create
 - Keypoints
 - Lines
 - Straight Line
 - In Active Coord
 - Overlaid on Area
 - Tangent to Line
 - Tan to 2 Lines
 - Normal to Line
 - Norm to 2 Lines
 - At angle to line
 - Angle to 2 Lines

Последовательно левой кнопкой мыши указать точки 1 и 2 (отобразится линия), затем 2 и 3, 3 и 4, 4 и 5, 5 и 6, 6 и 1. В конце нажать ОК.



В итоге на экране появятся построенные линии, без нумерации.

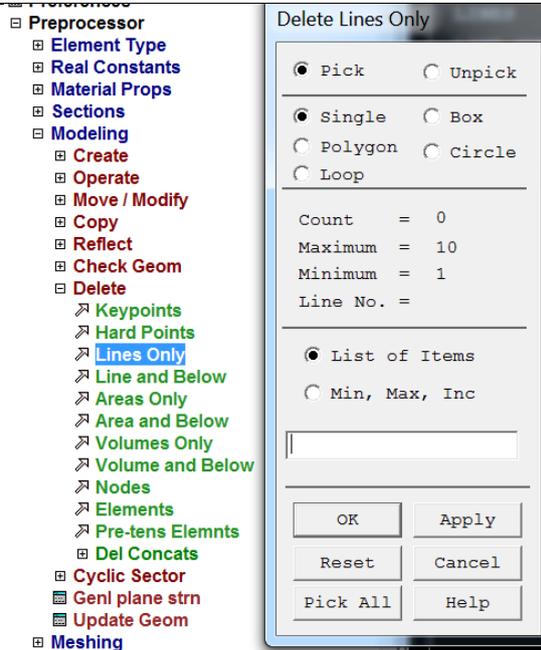
Примечание. Ошибочно введенную линию можно удалить:

Main Menu>Preprocessor>Modeling>Delete>Lines Only

В открывшемся окне ввести номер линии или нажать мышкой на нужную линию. Нажать ОК.

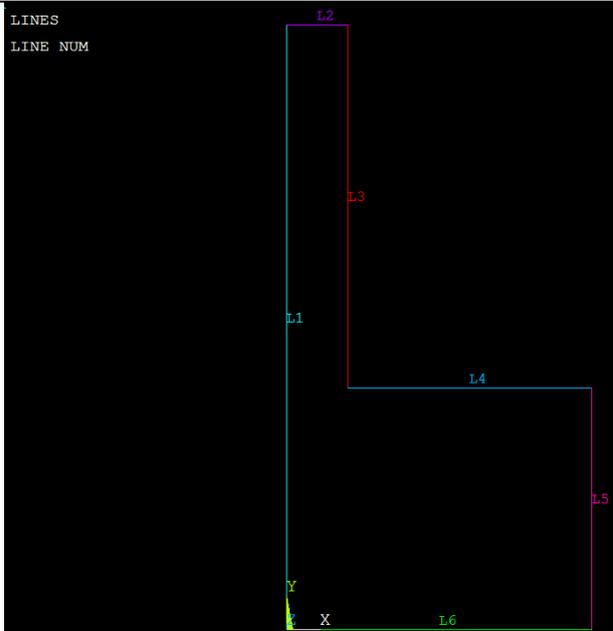
Важно: при этом опорные точки удалены не будут!

При выборе **Lines and Below** будут удалены линии и их опорные точки.

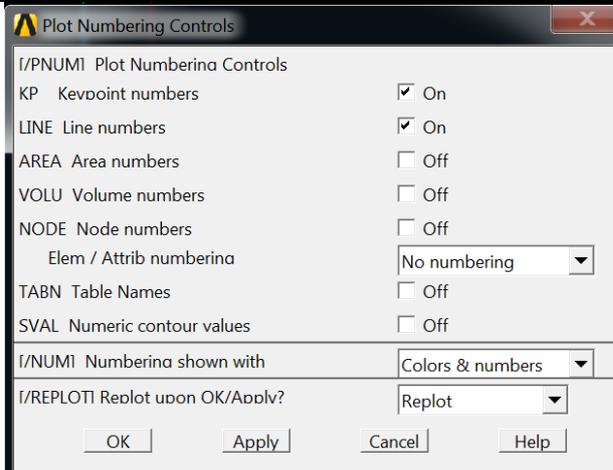


Заметим, что линии нумеруются программой автоматически. Отобразить нумерацию полученных линий можно, указав в меню: **Utility Menu> PlotCtrls>Numbering>Line numbers**.

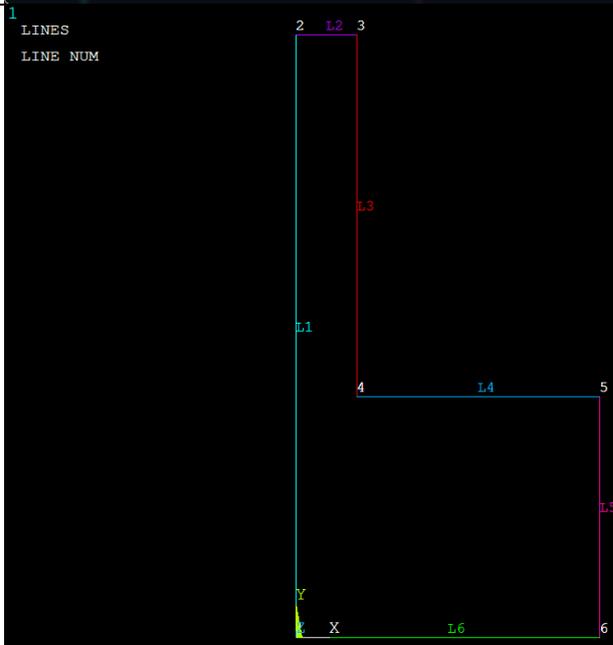
Отообразим полученные линии:
Utility Menu> Plot>Lines



Для контроля вместе с нумерацией линией выведем нумерацию опорных точек: **Utility Menu> PlotCtrls>Numbering>Keypoint numbers, Line Numbers**). Нажать ОК.

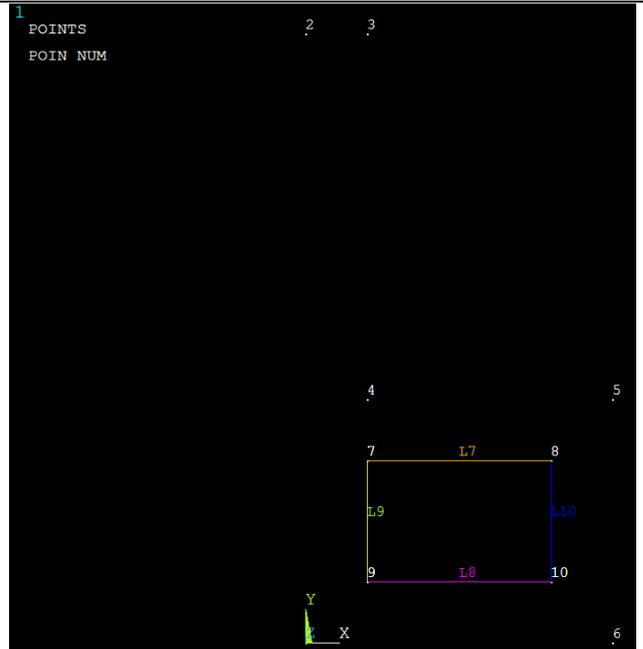


Получим:

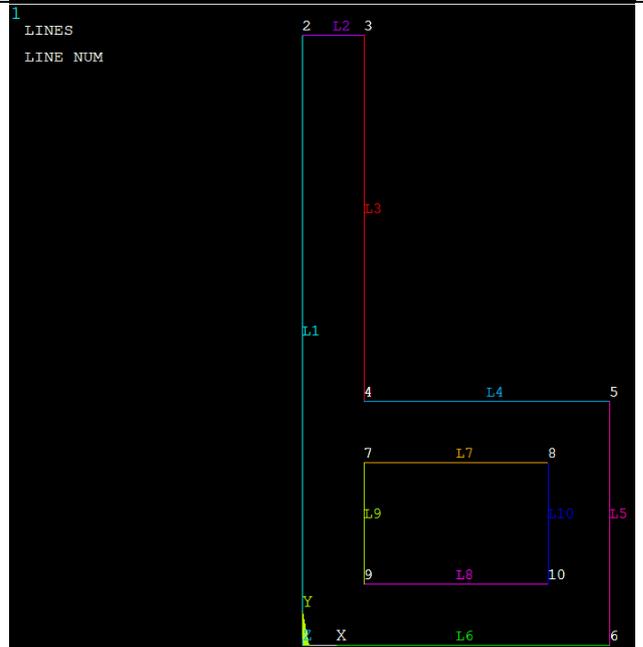


Аналогично построим линии, соединяющие точки 7 и 8, 9 и 10, а также 9 и 7, 10 и 8.

Предварительно нужно отобразить все опорные точки: **Utility Menu> Plot>Keypoints**



Отообразим еще раз все линии вместе с нумерацией линий и опорных точек **Utility Menu> Plot>Lines** (отображение нумерации было установлено ранее)



Для контроля выведем листинг полученных линий:

Utility Menu > List > Lines>Attribute Format

Заметим, что в столбце Keypoints будут указаны номера точек, которые соединяет каждая линия, а в столбце Length будет выведена длина каждой линии.

LLIST Command

File

LIST ALL SELECTED LINES.

NUMBER	KEYPOINTS	LENGTH	(NDIU)(SPACE)	KVND	NDIU	SPACE	#NODE	HELEM	MAT	REAL	TVP	ESVS
1	1 2	10.000	0 1.0000	0			0	0	0	0	0	0
2	2 3	1.0000	0 1.0000	0			0	0	0	0	0	0
3	3 4	6.0000	0 1.0000	0			0	0	0	0	0	0
4	4 5	4.0000	0 1.0000	0			0	0	0	0	0	0
5	5 6	4.0000	0 1.0000	0			0	0	0	0	0	0
6	6 1	5.0000	0 1.0000	0			0	0	0	0	0	0
7	7 8	3.0000	0 1.0000	0			0	0	0	0	0	0
8	9 10	3.0000	0 1.0000	0			0	0	0	0	0	0
9	9 7	2.0000	0 1.0000	0			0	0	0	0	0	0
10	10 8	2.0000	0 1.0000	0			0	0	0	0	0	0

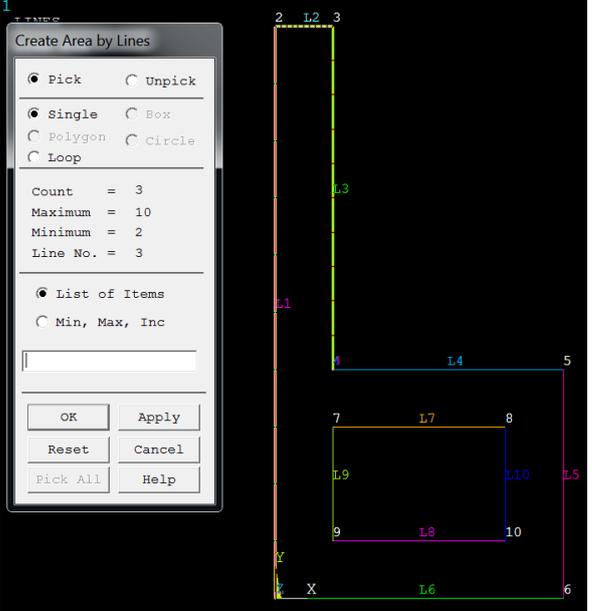
4. Создание областей (areas)

Область, ограниченную линиями, можно построить двумя способами.

- 1) по указанным линиям (By Lines), перечислив их в порядке обхода по или против часовой стрелки (соответствующая команда - **AL**)
- 2) по указанным опорным точкам (Through KPs), также указав их в порядке обхода по или против часовой стрелки (соответствующая команда - **A**). При этом, если между

двумя точками уже построена линия, то она будет использоваться ее при построении области, в противном случае в текущей координатной системе будет построена недостающая линия.

4.1. Построение произвольной (Arbitrary) области по линиям (By Lines)

<p>Main Menu>Preprocessor>Modeling>Create>Areas>Arbitrary>By Lines</p>	<ul style="list-style-type: none">[-] Preprocessor<ul style="list-style-type: none">[+] Element Type[+] Real Constants[+] Material Props[+] Sections[+] Modeling<ul style="list-style-type: none">[-] Create<ul style="list-style-type: none">[+] Keypoints[+] Lines[-] Areas<ul style="list-style-type: none">[+] Arbitrary<ul style="list-style-type: none">➤ Through KPs➤ Overlaid on Area➤ By Lines➤ By Skinning➤ By Offset
<p>Теперь последовательно левой кнопкой мыши укажем линии внешнего периметра области в порядке обхода: L1, L2, L3, L4, L5, L6 (в процессе указанные линии будут выделены). В конце нажать ОК.</p>	

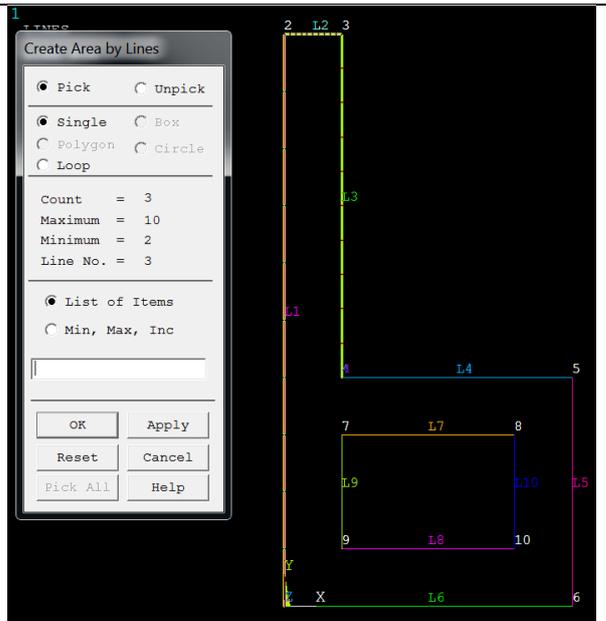
<p>В итоге получим:</p>	
<p>Utility Menu> Plot>Areas Utility Menu> PlotCtrls>Numbering>Area Numbers. Нажать ОК. (отображение нумерации опорных точек и линий было установлено ранее)</p> <p>Полученная область будет пронумерована A1 (нумерация автоматическая).</p>	

4.2. Построение произвольной (Arbitrary) области по опорным точкам (Through KeyPoints)

<p>Main Menu>Preprocessor>Modeling>Create>Areas>Arbitrary>Through KPs</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▣ Preprocessor <ul style="list-style-type: none"> ▣ Element Type ▣ Real Constants ▣ Material Props ▣ Sections ▣ Modeling <ul style="list-style-type: none"> ▣ Create <ul style="list-style-type: none"> ▣ Keypoints ▣ Lines ▣ Areas <ul style="list-style-type: none"> ▣ Arbitrary <ul style="list-style-type: none"> ➤ Through KPs ➤ Overlaid on Area ➤ By Lines ➤ By Skinning ➤ By Offset
--	---

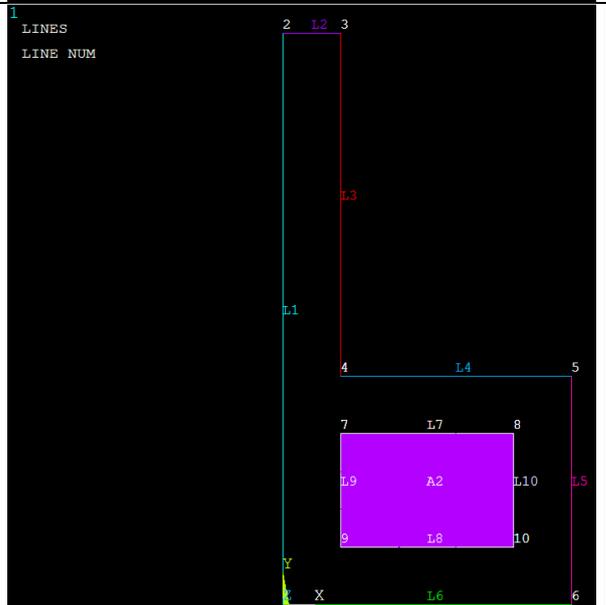
Выполнить **Utility Menu>Plot>Lines**

Теперь последовательно левой кнопкой мыши будем указывать **опорные точки** внутреннего периметра области (отверстия) в порядке обхода: 7, 8, 10, 9 (в процессе указанные точки и соединяющие их линии будут выделены). В конце нажать на клавиатуре кнопку Enter.



В итоге получим:

Заметим, что полученная область будет пронумерована: A2.



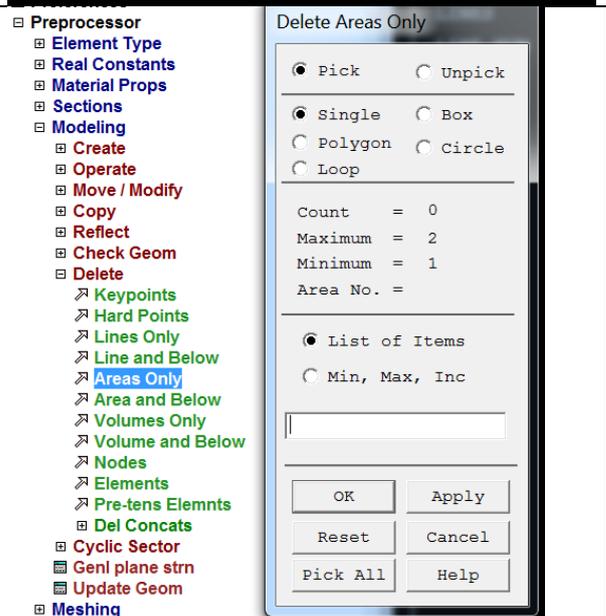
Примечание. Ошибочно созданную область можно удалить:

Main Menu>Preprocessor>Modeling>Delete>Areas Only

В открывшемся окне ввести номер области или нажать мышкой на нужную область. Нажать ОК.

Важно: при этом составляющие область линии и опорные точки удалены не будут!

При выборе **Areas and Below** могут быть удалены области вместе с составляющими их линиями и опорными точками.



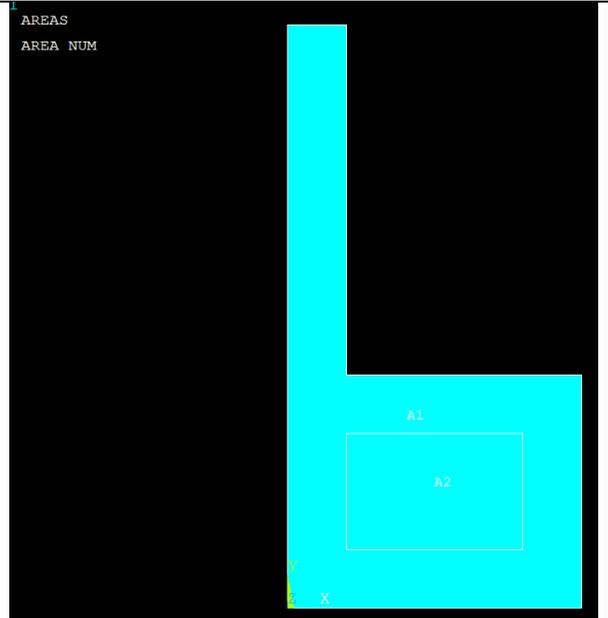
Отообразим еще раз построенные области вместе с их нумерацией.

Utility Menu>Plot>Areas

Оставим нумерацию только областей

Utility Menu> PlotCtrls>Numbering>Area Numbers

(остальные галочки снять)



Для контроля выведем листинг полученных областей:

Utility Menu > List > Areas

Заметим, что в столбце Number будет указан номер области, в столбце Loop – количество замкнутых границ, в столбце Lines – номера линий, из которых состоит каждая замкнутая граница области

SECN	NUMBER	LOOP	LINES	AREA	ELEM SIZE	#NODES	#ELEM	MAT	REAL	TVP	ESVS
0	1	1	2 3 4	N/A	0.000	0	0	0	0	0	0
0	2	1	5 6 7 8 9	N/A	0.000	0	0	0	0	0	0

5. Булевы операции

Для получения результирующей области нужно вычесть из большой области (область A1) малую область (A2).

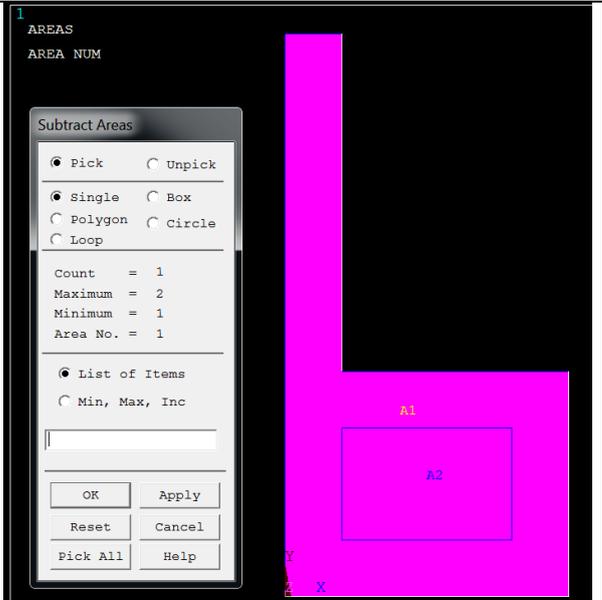
Main Menu>Preprocessor>Modeling>Operate>Booleans>Subtract>Areas

- ▣ Preprocessor
 - ▣ Element Type
 - ▣ Real Constants
 - ▣ Material Props
 - ▣ Sections
 - ▣ Modeling
 - ▣ Create
 - ▣ Operate
 - ▣ Extrude
 - Extend Line
 - ▣ Booleans
 - ▣ Intersect
 - ▣ Add
 - ▣ Subtract
 - Volumes
 - Areas
 - Lines
 - ▣ With Options

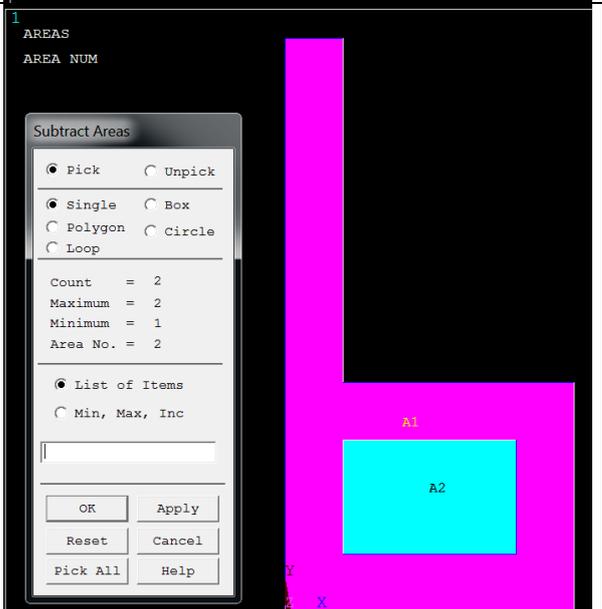
Сначала нужно указать большую область (A1) из которой будет вычитаться малая.

Можно указать мышкой либо ввести в поле ввода номер области: 1. Нажать ОК.

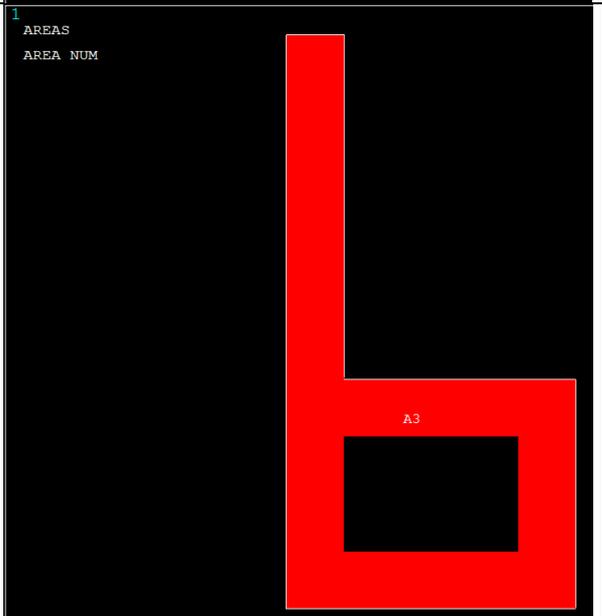
Указание. В случае ошибки нажать Reset и ввести номер снова.



Теперь укажем мышкой на область A2, либо во вновь открывшемся окне введем номер вычитаемой областей: 2. Нажать ОК.



Получим требуемую область. Заметим, что результирующая область будет иметь номер 3.



Проверим, что исходные области удалены. Выведем листинг областей:

Utility Menu > List > Areas

Теперь имеется всего одна область – Number 3. Она состоит из двух замкнутых границ (Loop 1 и Loop 2). Для каждой из этих границ в столбце Lines перечислены составляющие их линии.

Заметим, что номера линий и опорных точек не изменились.

NUMBER	LOOP	LINES	AREA	ELEM SIZE	#NODES	#ELEM	MAT	REAL	TYP	ESYS
3	1	2 3 4	N/A	0.000	0	0	0	0	0	0
2	10	5 6 7 8								

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=5 ! Ширина буквы (5 м)

TH=1 ! Толщина буквы (1 м)

HL=4 ! Дополнительный размер по высоте

! Создание опорных точек

K,1,0,0 ! Первая опорная точка

K,2, 0, H

K,3, TH, H

K,4, TH, HL

K,5, W, HL

K,6, W, 0

K,7, TH, HL-TH

K,8, W-TH, HL-TH

K,9, TH, TH

K, 10,W-TH, TH

! Создание линий

! Знак \$ отделяет команды в одной строке

L,1,2 \$ L,2,3 \$ L,3,4 \$ L,4,5 \$ L,5,6 \$ L,6,1

L,7,8 \$ L,9,10 \$ L,9,7 \$ L,10,8

! Построение области по линиям

AL,1,2,3,4,5,6 ! Область 1

! Построение области по точкам

A,7,8,10,9 ! Область 2

! Вычитание областей

!ASBA, NA1, NA2, SEPO, KEEP1, KEEP2

!Вычитание из области 1 области 2

ASBA,1,2

! Показ результирующей области

APLOT,ALL