

# Начало программы («шапка»)

!лабораторная работа 1

finish !выход из препроцессора, решателя, постпроцессора

/clear,nostart !удаление текущей базы данных

/prep7 !вход в препроцессор

# Ввод в модель материалов

- Все материалы вводятся в модель заранее, каждый материал имеет свой номер включает в себя различные характеристики (модуль Юнга, коэффициент Пуассона и др.)
- Материал создается после ввода хотя бы одной характеристики
- Для ввода той или иной характеристики материала используется следующая команда:

`MP,lab,mat,c0`

где

`lab` – характеристика материала

`mat` – номер материала

`c0` – значение характеристики

!зададим механические характеристики стали

`mp,ex,1,2e11` !модуль Юнга

`mp,nuху,1,0.28` !коэффициент Пуассона

!зададим механические характеристики алюминия

`mp,ex,2,0.7e11` !модуль Юнга

`mp,nuху,2,0.34` !коэффициент Пуассона

# Ввод в модель типов элементов

- Все типы элементов вводятся в модель заранее, каждый тип элементов имеет свой номер
- Для ввода нового типа элементов используется следующая команда:

`et,itype,ename`

где

`itype` – номер типа элементов

`ename` – имя элемента

!введем в модель тип элемента `beam189` – балочный элемент

`et,1,beam189`

!введем в модель тип элемента `shell281` – оболочечный элемент

`et,2,shell281`

# Ввод в модель сечений элементов

- Все сечения элементов вводятся в модель заранее, каждое сечение элементов имеет свой номер
- Для ввода нового сечения элементов используется следующая группа команд(вместе, одна за другой в заданном порядке):

sectype,secid,type,subtype

где

secid – номер сечения элементов

type – тип сечения (балка, труба, оболочка и др.)

subtype – подтип сечения (используется для балок; прямоугольник, двутавр, круг, и др.)

secdata,val 1 ,val2,val3,val4,...

где

val 1 ,val2,val3 – различные размеры сечения в соответствии с приложенным описанием (help,secdata)

!введем в модель тип элемента beam189 – балочный элемент

et,1,beam189

!введем в модель тип элемента shell281 – оболочечный элемент

et,2,shell281

# Команды для выделения объектов

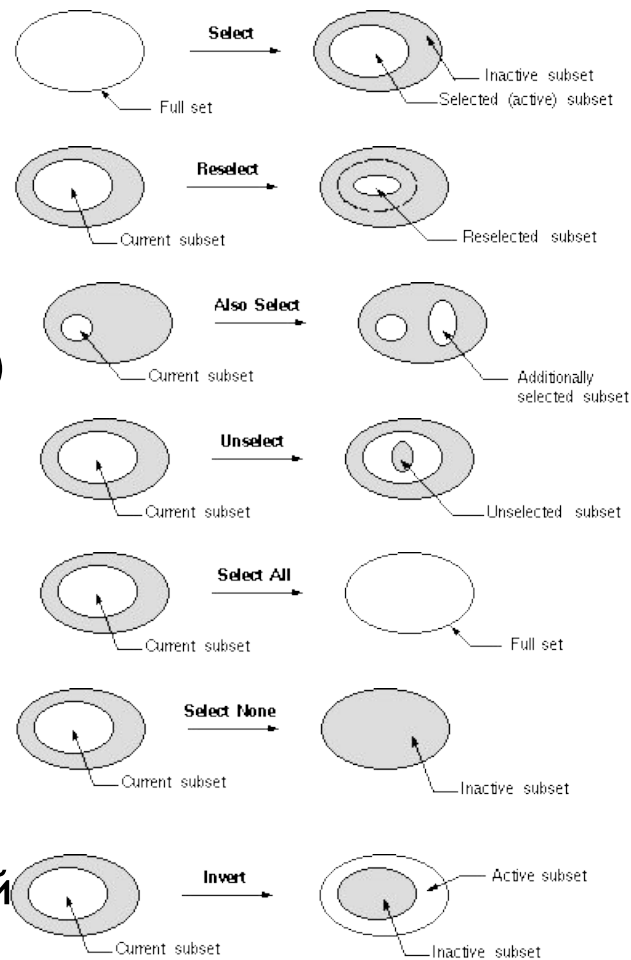
- \*sel - группа команд для выделения (selecting) геометрических объектов, объектов расчетной сетки и др.
- Вместо «\*» подставить:
  - k – для точек
  - l – для линий
  - a – для областей
  - v – для объемов
  - n – узлов
  - e – элементов

# Команды для выделения объектов

- В каждый момент времени существует ряд независимых друг от друга выделенных наборов объектов: набор точек, набор линий, набор областей, набор объемов, набор узлов, набор элементов и др.
- Вывести списки этих объектов можно с помощью группы команд `*list`, которые строятся по тому же принципу, что и `*sel`.

# Команды для выделения объектов

- Первый параметр команды \*sel отвечает за результат выделения.
  - s – команда выберет новый набор объектов (select)
  - r – команда перевыберет объекты из текущего набора (reselect)
  - a – команда добавляет объекты к текущему набору (additionally select)
  - u – команда исключит объекты из текущего набора (unselect)
  - all – команда выделит все существующие объекты
  - none – команда исключит все объекты, останется пустой набор
  - inve – команда выделит все объекты, которые не относятся к текущему набору, при этом текущий набор не будет выделен (invert)



# Команды для выделения объектов

Рассмотрим выделение по номеру объекта с помощью команд типа \*sel на примерах:

```
kset,s,,66 !выделим точку номер 66
```

```
lset,s,,a1 !выделим линию, номер которой равен значению переменной a1
```

```
aset,s,,5,35,5 !выделим области с номерами от 5 до 35 с шагом 5: 5, 10, 15, ... , 30, 35
```

Рассмотрим выделение по координате с помощью команд типа \*sel на примерах:

```
kset,s,loc,x,5 !выделим все точки, координата x которых равна 5
```

```
lset,s,loc,y,a1 !выделим все линии, у координата центра тяжести которых равна значению переменной a1
```

```
aset,s,loc,z,0,12 !выделим все области, z координата центра тяжести которых лежит в диапазоне [0,12]
```

```
vset,s,loc,x,a1/2 !выделим все объемы, x координата центра тяжести которых равна выражению a1/2
```



# Построение геометрии «снизу вверх»

- Геометрия строится в следующем порядке:



# Создание точек и линий

- Команда для создания точки:

K,NPT,X,Y,Z

где

NPT – номер точки (если не указать, то первый свободный),

X,Y,Z – координаты точки

- Команда для создания линии:

L,P1,P2

где

P1,P2 – номера точек, по которым строится линия

!создадим прямоугольник a1 x b1

a1=1 !ширина прямоугольника

b1=2 !длина прямоугольника

k,1,0,0

k,2,b1,0

k,3,b1,a1

k,4,0,a1

l,1,2

l,2,3

l,3,4

l,4,1

# Построение конечно-элементной сетки

- Для построения сетки из одномерных элементов на базе линий используется следующий блок команд:

!строим сетку

lsel,all !выделим все существующие линии

type,1 !выберем заранее созданный тип элементов номер 1

mat,1 !выберем заранее созданный материал номер 1

secnum,1 !выберем заранее созданное балочное сечение номер 1

esize,,10 !каждая линия будет разбита на 10 элементов

lmesh,all !заполним ранее выделенные линии сеткой

# Степени свободы (Degrees of freedom)

- Каждый узел обладает несколькими степенями свободы в зависимости от типа элемента, которому он принадлежит
- С помощью ограничения степеней свободы (присвоения определенного значения) определенных узлов создаются граничные условия
- С помощью связи степеней свободы разных узлов создаются шарниры различных типов

# Степени свободы (Degrees of freedom)

- Ограничение степеней свободы реализуется с помощью следующей команды:

`d,node,lab,value`

где

`node` – номер узла или, если указать `all`, все ранее выделенные с помощью команды `nset` узлы

`lab` – метка степени свободы (`ux`, `uy`, `uz`, и др.)

`value` – значение степени свободы в узле

!создадим заделку

`nset,s,loc,x,0` !выделим узел в начале координат

`nset,r,loc,y,0` !выделим узел в начале координат

`nset,r,loc,z,0` !выделим узел в начале координат

`d,all,all,0` !зададим нулевые значения всех степеней свободы выбранного узла

# Степени свободы (Degrees of freedom)

- Связь степеней свободы разных узлов реализуется с помощью следующей команды:

`cp,nset,lab,node1,node2,...`

где

`nset` – номер связи (если `nnext`, то следующий свободный)

`lab` – метка степени свободы (`ux`, `uy`, `uz`, и др.)

`node1,node2` – номера связываемых узлов, если указать на месте `node1` значение `all`, то ввод других узлов не требуется, будут выбраны ранее выбранные с помощью команды `nset` узлы

!создадим шаровой шарнир из двух узлов, находящихся в одном геометрическом месте

`nset,s,loc,x,0` !выделим узлы в начале координат

`nset,r,loc,y,0` !выделим узлы в начале координат

`nset,r,loc,z,0` !выделим узлы в начале координат

!должно быть выделено больше 1 узла!

`cp,next,ux,all` !свяжем степень свободы `ux`

`cp,next,uy,all` !свяжем степень свободы `uy`

`cp,next,uz,all` !свяжем степень свободы `uz`

!т.к. вращательные степени свободы узлов не связаны,

!в данном месте модель будет себя вести как шаровой шарнир

# Приложение сосредоточенной силы (момента)

Сосредоточенная нагрузка прикладывается к узлу с помощью следующей команды:

`f,node,lab,value`

где

`node` – номер узла

`lab` – метка нагрузки (`fx`, `fy`, `fz`, `mx`, `my`, `mz` и др.)

`value` – значение нагрузки

!Приложим к узлу номер 2 сосредоточенную силу, направленную по диагонали

`nset,s,,2`

`f,all,fx,3`

`f,all,fy,4`

# Расчет

Простейший расчет со стандартными настройками решателя содержит следующие команды:

!произведем расчет

/solu !входим в решатель

allsel !выделяем все объекты, обязательно!

solve !команда, выполнение которой запускает численный расчет



# Просмотр результатов

Визуализировать полученные значения степеней свободы, а так же их производных можно с помощью следующей команды:

```
plnsol,item,comp
```

где

item, comp – значения, соответствующие таблице 218 в описании команды (help, plnsol)

!после расчета отобразим суммарные перемещения модели

```
allsel !выделим всё
```

```
plnsol,u,sum
```

!отобразим эквивалентные напряжения по Мизесу

```
plnsol,s,eqv
```

# Лабораторная работа I

- Провести расчёт плоской фермы
- Все размеры и характеристики необходимо параметризовать
- Каждая линия строится по двум точкам, которые принадлежат только этой линии, в месте шарнира должно находиться по две точки и по два узла
- В качестве сечения используется двутавр по ГОСТ 8239-89

# Лабораторная работа I

Номер варианта	Номер фермы		Номер двутавра
	ОМЭ	ПГСЗ	
1	3	12	10
2	4	13	12
3	5	14	14
4	6	15	16
5	7	16	10
6	8	17	12
7	9	18	14
8	10	19	16
9	11	20	10