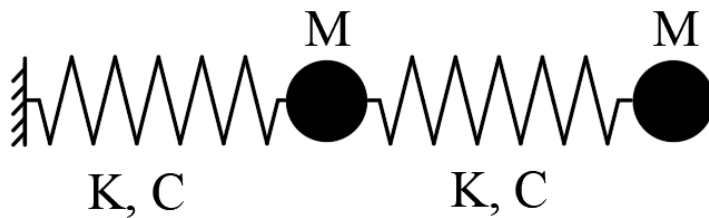


Лабораторные работы №8-10 «Динамика и статическая устойчивость в AN-SYS»

Задача №1

Условие задачи:



$K=1$ Н/м; $C = 1$ Н*с/м, $M = 1$ кг;

Этапы решения задачи и команды им соответствующие

1. Начало программы

FINISH

/CLEAR

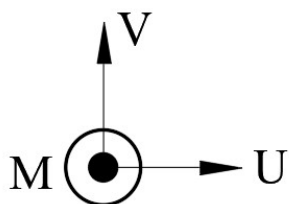
Данный набор команд очищает текущий сеанс (удаляет все созданные геометрические и конечно-элементные объекты, параметры, настройки и т.д.)

2. Задание параметров:

$M=1$

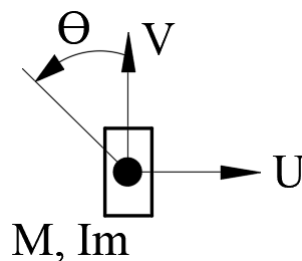
3. Выбор конечного элемента:

Элемент **MASS21**



2D масса без инерции

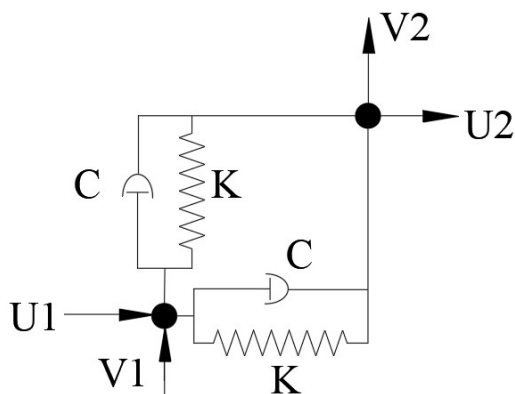
ET,1,MASS21, , ,4



2D масса с инерцией

ET,1,MASS21, , ,3

Элемент **COMBIN14**



ET,1,COMBIN14,,2

4. Задание параметров конечных элементов

R, NSET, R1, R2, R3, R4, R5, R6

Где – NSET – номер набора параметров конечного элемента, R1-R6 – параметры конечного элемента.

Элемент **MASS21**

Элемент **Combin14**

R, NSET, M, Im

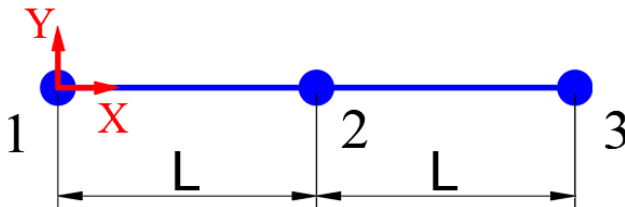
R, NSET, K, C

5. Создание узлов конечно-элементной модели:

N, NODE, X, Y, Z

Где NODE – номер узла, X, Y, Z – координаты X, Y, Z в текущей системе координат

Например: N, 1, 0, 0, 0



Параметр L – любое число (для красивых картинок рекомендуется 0.1-0.5)

6. Создание элементов конечно-элементной модели:

TYPE, ITYPE

REAL, NSET

E, I, J

Где ITYPE, REAL – номера элемента и набора параметров создаваемого конечного элемента, I, J – номера узлов, через которые проходит элемент.

7. Закрепление узлов:

D, NODE, Lab, VALUE

Где NODE – номер узла, Lab – маркер, указывающий какое из перемещений задается, где VALUE – значение перемещения

Для элементов MASS21 и COMBIN14, с учетом настроек, значения LAB:

UX, UY – перемещения вдоль глобальных осей X, Y, ROTZ – поворот вокруг глобальной оси Z, ALL – все линейные и угловые перемещения.

Команда входа в solution: /SOL

Например: D, 1, ALL, 0

8. Настройки анализа на собственные частоты

ANTYPE, 2 !Команда выбирает модальный анализ (анализ на собственные частоты)

MODOPT, LANB, NMODE, FREQB, FREQE

Где $LANB$ – указание метода определения частот (не меняется), $NMODE$ – количество искомых частот, $FREQB$, $FREQE$ – начальное и конечное значение диапазона поиска частот.

Например:

`ANTYPE,2`

`MODOPT,LANB,2,0.001,1000`

9. Запуск программы на счет

`SOLVE`

10. Просмотр результатов

Команда входа в *general postprocessor*:

`/POST1`

Список собственных частот:

`SET,LIST`

Считывание необходимой собственной частоты (для просмотра формы колебаний):

`SET, ,NUM`

Где NUM – номер частоты, для которой смотрится форма.

Собственная форма колебаний:

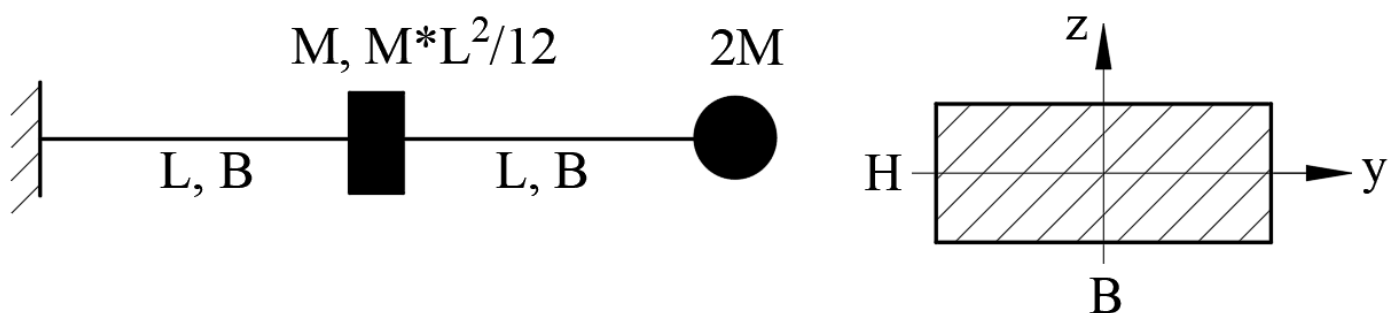
`PLDISP, 1`

Просмотр анимации:

`ANTIME,30,0.1`

Задача №2

Условие задачи:



$L=0.15$ м; $B = 0.008$ м; $H = 0.002$ м; $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па; $\mu = 0.3$; $M = 0.1$ кг; $F_0 = 10$ Н.

Этапы решения задачи и команды им соответствующие

1. Начало программы

`FINISH`

`/CLEAR`

Данный набор команд очищает текущий сеанс (удаляет все созданные геометрические и конечно-элементные объекты, параметры, настройки и т.д.

2. Задание параметров:

$L=200$

3. Выбор конечного элемента:

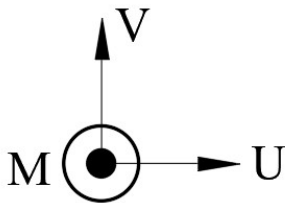
Элемент **BEAM188**

$ET, ITYPE, BEAM188, , , 3$

Где $ITYPE$ - номер конечного элемента в таблице элементов. Приведенный вариант команды выбирает элемент **BEAM188** с аппроксимацией поля перемещений внутри элемента кубическим полиномом.

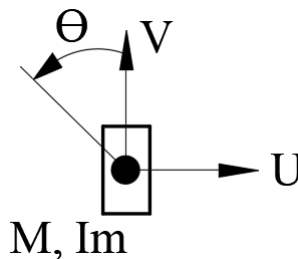
Команда входа в *preprocessor*: $/PREP7$

Элемент **MASS21**



2D масса без инерции

$ET, 2, MASS21, , , 4$



2D масса с инерцией

$ET, 3, MASS21, , , 3$

4. Задание свойств конечного элемента **MASS21**:

$R, 2, 2 * M$

$R, 3, M, M * L * L / 12$

5. Задание геометрических параметров конечного элемента:

$SECTYPE, SECID, TYPE, SUBTYPE$

$SECDATA, VAL1, VAL2, VAL3, VAL4$

Где $SECID$ - номер поперечного сечения в таблице сечений, $TYPE$ - тип элемента для которого создается сечение (для балочного конечного элемента $TYPE = BEAM$), $SUBTYPE$ - параметр, указывающий форму поперечного сечения стержня (для прямоугольного сечения $TYPE = RECT$)

$VAL1$ – ширина поперечного сечения, $VAL2$ – высота поперечного сечения

Параметры $VAL3$ и $VAL4$ – не обязательны – они показывают на сколько элементов разбито сечение по горизонтали и вертикали. Повышение кол-ва элементов увеличивает точность вычисления моментов инерции. По умолчанию $VAL3 = VAL4 = 2$.

Например: $SECTYPE, 1, BEAM, RECT$

$SECDATA B, H$

6. Свойства материала:

$MP, LAB, MAT, C0$

Где LAB - маркер, указывающий какая мех. хар-ка задается MAT - номер материала в таблице моделей материала CO - величина механической характеристики

Для линейного, упругого, изотропного материала LAB:

Модуль упругости: LAB = EX

Коэффициент Пуассона: LAB = PRXY

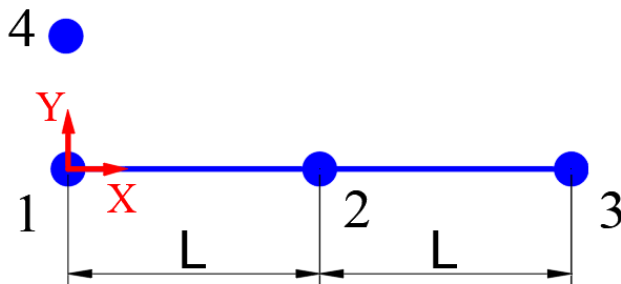
Например: MP, EX, 1, E

7. Создание узлов конечно-элементной модели:

N, NODE, X, Y, Z

Где NODE – номер узла, X, Y, Z – координаты X, Y, Z в текущей системе координат

Например: N, 1, 0, 0, 0



8. Создание элементов конечно-элементной модели (элементы BEAM):

TYPE, ITYPE

MAT, MAT

SECNUM, SECID

E, I, J, K

Где ITYPE, MAT, SECID – номера элемента, материала и поперечного сечения создаваемого конечного элемента, I, J – номера узлов, через которые проходит элемент, K – номер ориентационного узла

9. Создание элементов конечно-элементной модели (элементы MASS21):

TYPE, ITYPE

REAL, NSET

E, I

Где ITYPE, REAL – номера элемента и набора параметров создаваемого конечного элемента, I – номер узла, в котором создается масса.

Например:

TYPE, 2

REAL, 2

E, 3

10. Закрепление узлов:

D, NODE, Lab, VALUE

Где *NODE* – номер узла, *Lab* – маркер, указывающий какое из перемещений задается, где *VALUE* – значение перемещения

Для элемента *BEAM188* значения *LAB*:

UX, UY, UZ – перемещения вдоль глобальных осей *X, Y, Z*, *ROTX, ROTY, ROTZ* – повороты вокруг глобальных осей *X, Y, Z*, *ALL* – все линейные и угловые перемещения.

Команда входа в solution: */SOL*

Например: *D, 1, ALL, 0*

11. Настройки анализа на собственные частоты

ANTYPE, 2 !Команда выбирает модальный анализ (анализ на собственные частоты)

MODOPT, LANB, NMODE, FREQB, FREQE

Где *LANB* – указание метода определения частот (не меняется), *NMODE* – количество искомых частот, *FREQB, FREQE* – начальное и конечное значение диапазона поиска частот.

Для того, чтобы можно было смотреть собственные формы с включенным отображением конечных элементов (*/ESHAPE, 1*) нужно добавить команду:

MXPAND, NMODE,,,1

Где *NMODE* – количество искомых частот

Например:

ANTYPE,2

MODOPT,LANB,4,0.001,1000

MXPAND, 4,,,1

12. Запуск программы на счет

SOLVE

13. Просмотр результатов

Команда входа в *general postprocessor*:

/POST1

Список собственных частот:

SET,LIST

Считывание необходимой собственной частоты (для просмотра формы колебаний):

SET, ,NUM

Где *NUM* – номер частоты, для которой смотрится форма.

Собственная форма колебаний:

PLDISP, 1

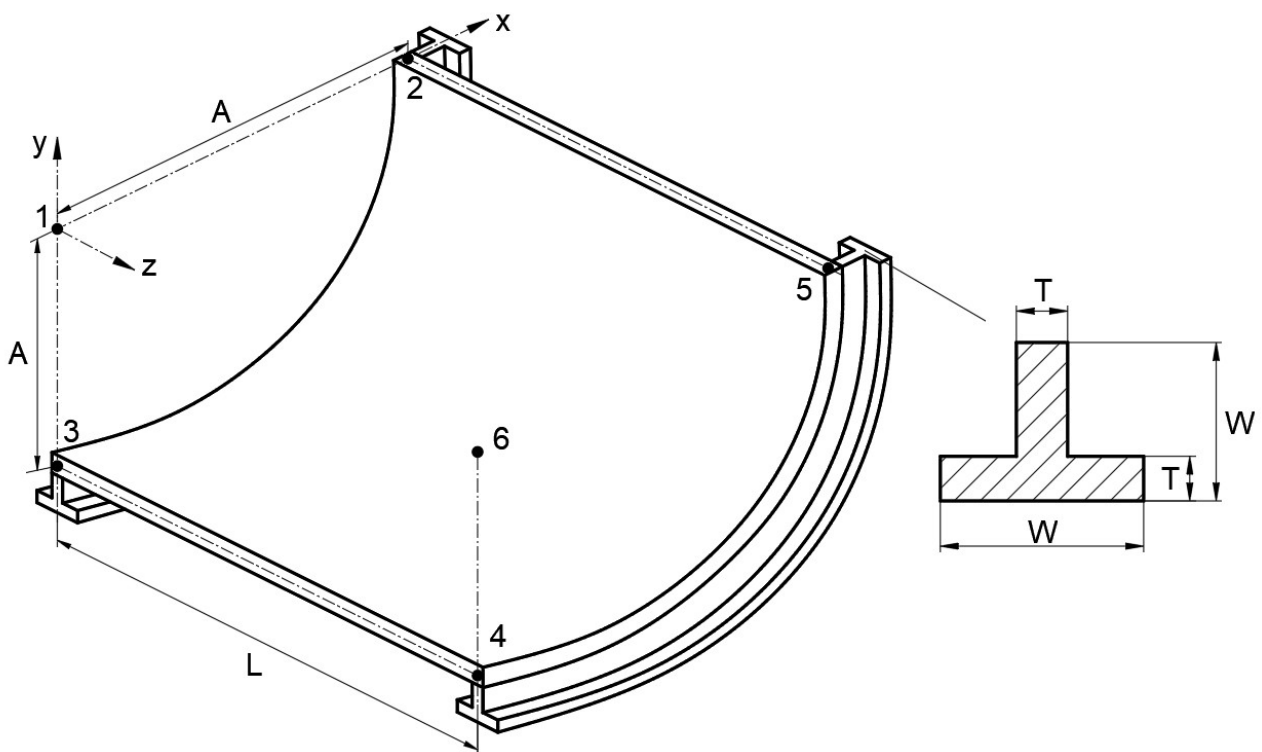
Просмотр анимации:

ANTIME,30,0.1

Задача №3

Условие задачи:

Задача №3 (Оболочечная конструкция с балочными подкреплениями)



Параметры задачи:

Размер $A=0.5$ м, размер, размер $L=1.5$ м, толщина днища $h = 0.01$ м.

Размер $W=0.1$ м, размер $T=0.02$ м.

Модуль упругости $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па, коэффициент Пуассона $\mu = 0.25$.

Этапы решения задачи и команды им соответствующие

1. Начало программы

FINISH

/CLEAR

Данный набор команд очищает текущий сеанс (удаляет все созданные геометрические и конечно-элементные объекты, параметры, настройки и т.д.)

2. Задание параметров:

$A=1$

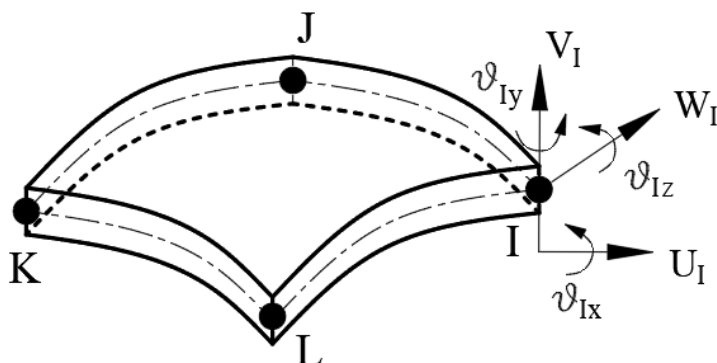
3. Выбор конечного элемента:

Элемент для оболочки **Shell181**, для подкрепления (балки) – **Beam188**

$ET, 1, SHELL181$

$ET, 2, BEAM188$

Команда входа в preprocessor: $/PREP7$



4. Свойства материала:

$MP, LAB, MAT, C0$

Где LAB - маркер, указывающий какая мех. хар-ка задается MAT - номер материала в таблице моделей материала $C0$ - величина механической характеристики

Для линейного, упругого, изотропного материала LAB :

Модуль упругости: $LAB = EX$

Коэффициент Пуассона: $LAB = PRXY$

Например: $MP, EX, 1, E$

5. Толщина оболочки

$SECTYPE, SECID, Type$

$SECDATA, VAL1$

Где $SECID$ – номер поперечного сечения в таблице сечений, $TYPE$ – тип элемента для которого создается сечение (для элемента **SHELL181** параметр $Type = SHELL$), $VAL1$ – толщина оболочки. В нашем случае:

$SECTYPE, 1, SHELL$

$SECDATA, H$

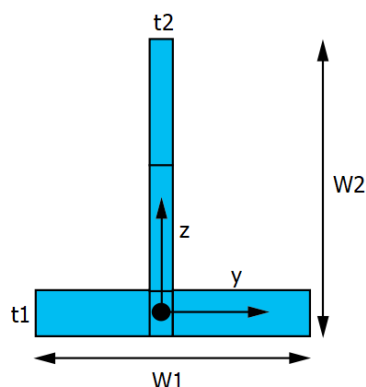
6. Т-образное поперечное сечение

Для балочного конечного элемента с Т-образным поперечным сечением набор команд имеет вид:

Type: BEAM, Subtype: T

SECTYPE, SECID, BEAM, T

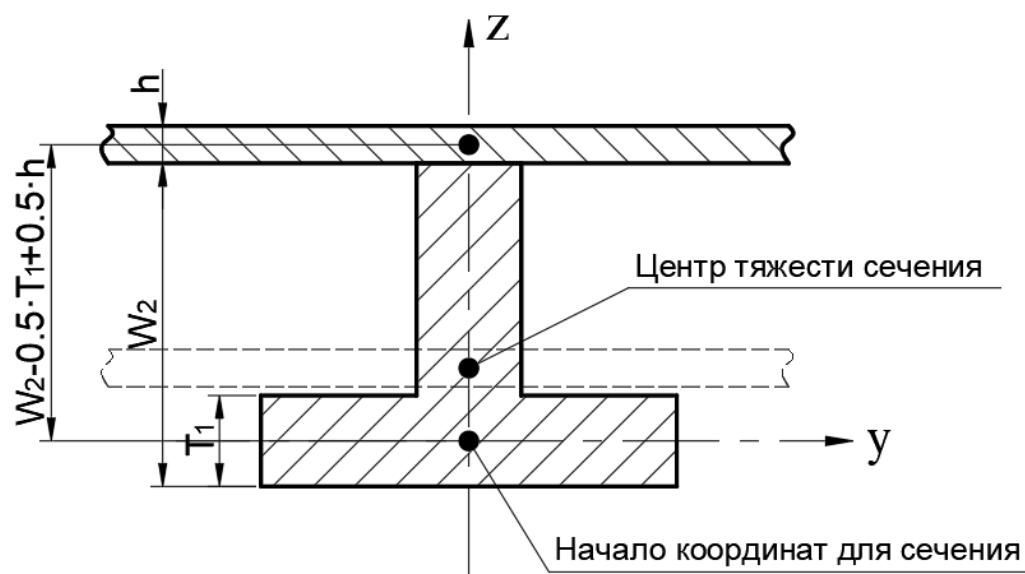
SECDATA, W1, W2, T1, T2



Data to provide in the value fields:

W1, W2, t1, t2

Смещение ориентационной точки:



Для смещения положения осевой линии используется команда:

SECOFFSET, Location, OFFSETY, OFFSETZ

Где *Location* – способ задания смещения (по умолчанию *Location* = *CENT*, что означает что осевая линия проходит через центр тяжести сечения), *OFFSETY*, *OFFSETZ* – величины смещений вдоль локальных осей *Y*, *Z* конечного элемента.

Для рассматриваемой задачи команды имеют вид:

SECTYPE, 2, BEAM, T

SECDATA, W, W, T, T

*SECOFFSET, USER, 0, W - 0.5*T + 0.5*h*

7. Создание точек геометрической модели:

K, NPT, X, Y, Z

Где *NPT* – номер точки, *X, Y, Z* – координаты *X, Y, Z* в текущей системе координат

Например: *K, 1, 0, 0, 0*

8. Создание дуги окружности по 2 точкам и радиусу

LARC, P1, P2, PC, RAD

Где *P1, P2* – номера точек, через которые проходит линия, *PC* – номер ориентационной точки, *RAD* – радиус дуги.

Например: *LARC, 1, 3, 2, R*

9. Создание прямых линий

L, P1, P2

Где *P1, P2* – номера точек, через которые проходит линия.

Например: *L, 3, 4*

10. Вытягивание линии вдоль линии

ADRAG, NL1, NL2, NL3, NL4, NL5, NL6, NLP1, NLP2, NLP3, NLP4, NLP5, NLP6

Где *NL1-NL6* – номера протягиваемых линий, *NLP1- NLP6* – номера линий вдоль которых протягиваются линии *NL1-NL6*. Для рассматриваемой задачи:

ADRAG, 1, , , , , 2

11. Уничтожение повторных объектов + перенумерация

NUMMRG, ALL

NUMCMP, ALL

12. Задание атрибутов будущих конечных элементов:

AATT, MAT, , TYPE, , SECN

Где *MAT* – номер материала, *TYPE* – номер типа конечного элемента, *SECN* – номер сечения.

Для рассматриваемой задачи:

AATT, 1, , 1, ,1

LATT, MAT,--, TYPE,--, KB1, KB2, SECNUM

Где *TYPE, MAT, SECNUM* – номера элемента, материала и поперечного сечения создаваемого конечного элемента, *KB1, KB2* – номера ориентационных точек.

Для рассматриваемой задачи:

LSEL,S,,1

LATT,1,,2,,1,1,2

ALLSEL

*LSEL,S,,,3
LATT,1,,2,,6,6,2
ALLSEL*

13. Задание размеров конечных элементов:

LESIZE, NL, SIZE

Где NL – номер линии, которую разбивают на конечные элементы, SIZE – размеры конечных элементов.

Например: LESIZE, ALL, A/20

14. Разбиение на элементы:

AMESH, ANUM

Где ANUM – номер площади, которую разбивают на конечные элементы.

Например: AMESH, ALL

Для того, чтобы создавать регулярную конечно-элементную сетку требуется добавить команду:

MSHKEY, 1

LMESH, NL

Где NL – номер линии, которую разбивают на конечные элементы.

Например: LMESSH, 1

15. Закрепление линий:

DL, LINE,--, Lab, Value

Где LINE – номер линии, Lab – маркер, указывающий какое из перемещений задается, где VALUE – значение перемещения

Например: DL, 1, ,ALL, 0

16. Приложение давления:

SFL, Line, Lab, VAL

Line – номер линии, Lab – маркер, указывающий какая нагрузка приложена (в задаче механики принимает значение PRES), VAL – значение давления

SFL,3,PRES,Q

Следующие команды отображают давление в виде стрелок, приложенных к конечным элементам:

SBCTRAN

/PSF,PRES,NORM,2

GPLOT

17. Расчет на статическую устойчивость:

ANTYPE,0 !Предварительный статический анализ

PSTRES,1 !Результаты статического анализа передадутся в анализ устойчивости

SOLVE !Проведение предварительного статического анализа

/POST1

/SOL

ANTYPE,1 !Анализ на статическую устойчивость

BUCOPT,LANB,2 !(2 – количество критических сил, которые программа вычислит. Сюда задается нужное значение).

SOLVE !Анализ на статическую устойчивость

1. Просмотр результатов

Команда входа в general postprocessor:

/POST1

Список критических сил:

SET,LIST

Считывание необходимой критической силы (для просмотра формы потери устойчивости):

SET, ,NUM

Где NUM – номер критической силы, для которой смотрится форма.

Форма потери устойчивости (нужно отключить /ESHAPE)

PLDISP, 1