

# Раздел 12

## Вынужденное перемещение

# Раздел 12. Вынужденное перемещение

●	ВЫНУЖДЕННОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ В ДИНАМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ.....	12 - 4
●	МЕТОДЫ АНАЛИЗА.....	12 - 5
●	МЕТОД №1.....	12 - 6
●	НАБОРЫ СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ.....	12 - 7
●	ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ.....	12 - 8
	УРАВНЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ.....	12 - 9
	УРАВНЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ЧАСТОТНОГО ОТКЛИКА.....	12 - 10
●	ЗАМЕЧАНИЕ К МОДАЛЬНОМУ МЕТОДУ.....	12 - 11
●	ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ.....	12 - 12
●	ПАРАМЕТР TYPE.....	12 - 13
●	ПРИМЕР: РАЗДЕЛЫ EXECUTIVE И CASE CONTROL.....	12 - 14
●	ПРИМЕР: РАЗДЕЛ BULK DATA.....	12 - 15
●	ПРИМЕР №7А – ПРЯМОЙ АНАЛИЗ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА С ВЫНУЖДЕННЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ.....	12 - 16

# Вынужденное перемещение (продолж.)

● ВХОДНОЙ ФАЙЛ ДЛЯ ПРИМЕРА №7А.....	12 - 18
● РЕЗУЛЬТАТЫ РЕШЕНИЯ ПРИМЕРА №7А.....	12 - 20
● ПРИМЕР №8В – МОДАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА С ● ВЫНУЖДЕННЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ.....	12 - 24
● ВХОДНОЙ ФАЙЛ ДЛЯ ПРИМЕРА №7В.....	12 - 26
● РЕЗУЛЬТАТЫ РЕШЕНИЯ ПРИМЕРА №7В.....	12 - 28
● ПРИМЕР №8А – ПРЯМОЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТНОГО ОТКЛИКА С ● ВЫНУЖДЕННЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ.....	12 - 32
● ВХОДНОЙ ФАЙЛ ДЛЯ ПРИМЕРА №8А.....	12 - 34
● РЕЗУЛЬТАТЫ РЕШЕНИЯ ПРИМЕРА №8А.....	12 - 36
● ПРИМЕР №8В - МОДАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТНОГО ОТКЛИКА С ● ВЫНУЖДЕННЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ.....	12 - 40
● ВХОДНОЙ ФАЙЛ ДЛЯ ПРИМЕРА №8В.....	12 - 42
● РЕЗУЛЬТАТЫ РЕШЕНИЯ ПРИМЕРА №8А.....	12 - 44

# Вынужденное перемещение в динамическом анализе

- **Используется для анализа конструкций, подверженных заданным перемещениям, скоростям и ускорениям.**
- **Примеры воздействий: землетрясение (для анализа переходного процесса), вибрационный стенд с качающейся частотой (для анализа частотного отклика), дорожное воздействие на подвеску колес автомобиля.**

# Методы анализа

- Предусмотрено четыре метода:
  - 1. Прямое задание вынужденного перемещения, скорости или ускорения (рекомендуемый метод).
  - 2. Метод большой массы (см. Приложение E)
  - 3. Метод большой жесткости (только вынужденное перемещение, см. Приложение E)
  - 4. Метод множителей Лагранжа (см. Приложение E)

# Метод №1

- Метод №1 – рекомендуемый метод и он обсуждается на данном семинаре.
- Этот метод предусмотрен в MSC.Nastran (версия 2001 и дальнейших).
- В данном методе вынужденное перемещение моделируется *прямым заданием* необходимых перемещения, скорости или ускорения с помощью операторов SPC / SPC1 и SPCD в Bulk Data Section.
- Интерфейс метода очень близок к интерфейсу вынужденного перемещения в статическом анализе.

# Наборы степеней свободы

- При прямом методе анализа вынужденное перемещение задается для степеней свободы из набора S-set.

## G-Set: 6 степеней свободы для каждого узла

### N-Set

#### F-Set

#### S-Set:

Задается закреплением отдельных узлов (SPCs, AUTOSPC, PS)

### M-Set:

Задается межузловыми связями (MPCs, жесткие элементы)

# Основные уравнения

- Для набора N-set уравнения колебаний выглядят как

$$\begin{bmatrix} \mathbf{M}_{ff} & \mathbf{M}_{fs} \\ \mathbf{M}_{sf} & \mathbf{M}_{ss} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{\mathbf{u}}_f \\ \ddot{\mathbf{u}}_s \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{ff} & \mathbf{B}_{fs} \\ \mathbf{B}_{sf} & \mathbf{B}_{ss} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{\mathbf{u}}_f \\ \dot{\mathbf{u}}_s \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{K}_{ff} & \mathbf{K}_{fs} \\ \mathbf{K}_{sf} & \mathbf{K}_{ss} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \mathbf{u}_f \\ \mathbf{u}_s \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \mathbf{p}_f \\ \mathbf{p}_s + \mathbf{q}_s \end{Bmatrix}$$

где

$\mathbf{p}_f$     $\mathbf{p}_s$       Приложенные силы (известны)  
 $\mathbf{u}_s$               Заданные перемещения (известны)  
 $\mathbf{q}_s$                 Силы закрепления (неизвестны)



# Уравнения для анализа переходных процессов

- Первое матричное уравнение может быть решено относительно перемещений F-set:

$$\mathbf{M}_{ff} \ddot{\mathbf{u}}_f + \mathbf{B}_{ff} \dot{\mathbf{u}}_f + \mathbf{K}_{ff} \mathbf{u}_f = \mathbf{p}_f - (\mathbf{M}_{fs} \ddot{\mathbf{u}}_s + \mathbf{B}_{fs} \dot{\mathbf{u}}_s + \mathbf{K}_{fs} \mathbf{u}_s)$$

- Затем из второго матричного уравнения определяются силы закреплений:

$$\mathbf{q}_s = -\mathbf{p}_s + \begin{bmatrix} \mathbf{M}_{sf} & \mathbf{M}_{ss} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{\mathbf{u}}_f \\ \ddot{\mathbf{u}}_s \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{sf} & \mathbf{B}_{ss} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{\mathbf{u}}_f \\ \dot{\mathbf{u}}_s \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{K}_{sf} & \mathbf{K}_{ss} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \mathbf{u}_f \\ \mathbf{u}_s \end{Bmatrix}$$

# Уравнения для анализа частотного отклика

- При анализе частотного отклика перемещения F-set определяются как

$$\left(-\omega^2 \mathbf{M}_{ff} + i\omega \mathbf{B}_{ff} + \mathbf{K}_{ff}\right) \mathbf{U}_f = \mathbf{P}_f - \left(-\omega^2 \mathbf{M}_{fs} + i\omega \mathbf{B}_{fs} + \mathbf{K}_{fs}\right) \mathbf{U}_s$$

- Силы закреплений определяются из следующего выражения

$$\mathbf{Q}_s = -\mathbf{P}_s + \left(-\omega^2 \begin{bmatrix} \mathbf{M}_{sf} & \mathbf{M}_{ss} \end{bmatrix} + i\omega \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{sf} & \mathbf{B}_{ss} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{K}_{sf} & \mathbf{K}_{ss} \end{bmatrix}\right) \begin{Bmatrix} \mathbf{U}_f \\ \mathbf{U}_s \end{Bmatrix}$$

# Замечание к модальному методу

- Основываясь на опыте, можно рекомендовать всегда включать остаточные векторы в модальное решение.
- В настоящее время остаточные векторы по умолчанию в модальное решение не включаются.

# Интерфейс пользователя

- Операторы **SPC / SPC1** в Bulk Data Section используются для идентификации степеней свободы (СС), для которых задается вынужденное перемещение. Эти операторы активизируются оператором **SPC** в Case Control Section.
- Операторы **SPCD** в Bulk Data Section используются для задания вынужденных перемещений. Эти операторы иницируются с помощью параметра EXCITEID в операторах **TLOADi** или **RLOADi** в Bulk Data Section.
- Параметр TYPE в операторах **TLOADi** или **RLOADi** в Bulk Data Section определяет *тип* вынужденного перемещения (собственно перемещение, скорость или ускорение).
- Оператор **PARAM, RESVEC, YES** должен быть использован для инициализации метода остаточных векторов. (В будущих версиях MSC.Nastran предполагается инициировать этот метод по умолчанию.)

# Параметр TYPE

- Тип воздействия задается в поле 5 оператора TLOADi в Bulk Data Section или в поле 8 оператора RLOADi в Bulk Data Section:

TYPE	TYPE of Dynamic Excitation
0, L, LO, LOA or LOAD	Applied load (force or moment) (Default)
1, D, DI, DIS, or DISP	Enforced displacement using large mass or SPC/SPCD data
2, V, VE, VEL or VELO	Enforced velocity using large mass or SPC/SPCD data
3, A, AC, ACC or ACCE	Enforced acceleration using large mass or SPC/SPCD data

- При буквенном обозначении, для краткости, название типа воздействия можно сократить даже до одной буквы.

# Пример: разделы Executive и Case Control

```
SOL 111
CEND
$
TITLE    =Example for Direct Enforced Motion
SUBTITLE=Modal Frequency Response Analysis
$
SPC      =1
METHOD   =10
FREQUENCY=20
$
SET 1 = 1000,1001
ACCELERATION(SORT2,PRINT,PHAS)=1
$
SUBCASE 1
    LABEL=Unit Acceleration in x-Direction
    DLOAD=100
$
SUBCASE 2
    LABEL=Unit Acceleration in y-Direction
    DLOAD=200
$
```

# Пример: раздел Bulk Data

```
BEGIN BULK
$
PARAM, G, 0.02          $ 2% Structural Damping
SPC1, 1, 3456, 1000    $ z-Displ. and Rotations are fixed
SPC1, 1, 12, 1000    $ x- and y-Accelerations are
prescribed
$
$ Modal Reduction
EIGRL, 10,, 150.      $ Modes up to 150Hz
PARAM, RESVEC, YES  $ Static Mode Shapes
$
$ Base Motion Excitation
$
RLOAD1, 100, 1001,,, 10,, A  $ Load of Subcase 1:
SPCD, 1001, 1000, 1, 1.    $   Unit x-Acceleration
$
RLOAD1, 200, 1002,,, 10,, A  $ Load of Subcase 2:
SPCD, 1002, 1000, 2, 1    $   Unit y-Acceleration
$
TABLED1, 10           $ Constant for all Frequencies
, 0., 1., 100., 1., ENDT
FREQ1, 20, 1., 1., 49 $ Frequency Range from 1Hz to 50Hz
$
INCLUDE 'tower.bdf'   $ Structural Model
$
ENDDATA
```

# Пример №7А

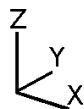
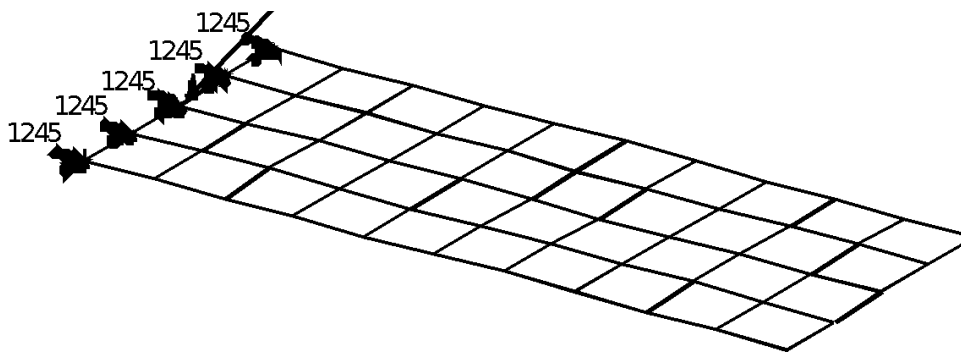
**Прямой анализ переходного процесса с  
вынужденным перемещением**



# Пример №7А. Прямой анализ переходного процесса с вынужденным перемещением

- Используя прямой метод, выполнить анализ переходного процесса колебаний модели. Задано единичное синусоидальное ускорение заделки с частотой 250 Гц в Z направлении. Использовать конструкционное демпфирование  $g = 0,06$ , конвертировать его в вязкое на частоте 250 Гц.

Drive Point



# Входной файл для Примера №7А

```
ID SEMINAR, PROB7A
SOL 109
TIME 30
CEND
TITLE = TRANSIENT RESPONSE WITH BASE EXCITATION
SUBTITLE = USING DIRECT TRANSIENT METHOD, NO REDUCTION
ECHO = UNSORTED
SPC = 200
SET 111 = 23, 33
DISPLACEMENT (SORT2) = 111
VELOCITY (SORT2) = 111
ACCELERATION (SORT2) = 111
SUBCASE 1
DLOAD = 500
TSTEP = 100
$
OUTPUT (XYPLOT)
XGRID=YES
YGRID=YES
XTITLE= TIME (SEC)
YTITLE= BASE ACCELERATION
XYPLOT ACCELERATION RESPONSE / 23 (T3)
YTITLE= BASE DISPLACEMENT
XYPLOT DISP RESPONSE / 23 (T3)
```

```
YTITLE= TIP CENTER DISPLACEMENT RESPONSE
XYPLOT DISP RESPONSE / 33 (T3)
$
BEGIN BULK
$
$ PLATE MODEL DESCRIBED IN NORMAL MODES
EXAMPLE
$
INCLUDE 'plate.bdf'
PARAM, COUPMASS, 1
PARAM, WTMASS, 0.00259
$
$ SPECIFY STRUCTURAL DAMPING
$
PARAM, G, 0.06
PARAM, W3, 1571.
$
$ APPLY EDGE CONSTRAINTS
$
SPC1, 200, 12456, 1, 12, 23, 34, 45
```

# Входной файл для Примера №7А

```

$
$ APPLY ACCELERATION TO THE BASE
$
SPC1, 200, 3, 23
SPCD, 600, 23, 3, 1.0
TLOAD2, 500, 600, , ACCE, 0.0, 0.004, 250., -90.
$
$ RBE MASS TO REMAINING BASE POINTS
$
RBE2, 101, 23, 3, 1, 12, 34, 45
$
$ SPECIFY INTEGRATION TIME STEPS
$
TSTEP, 100, 200, 2.0E-4, 1
$
ENDDATA

```

# Результаты решения Примера №7А

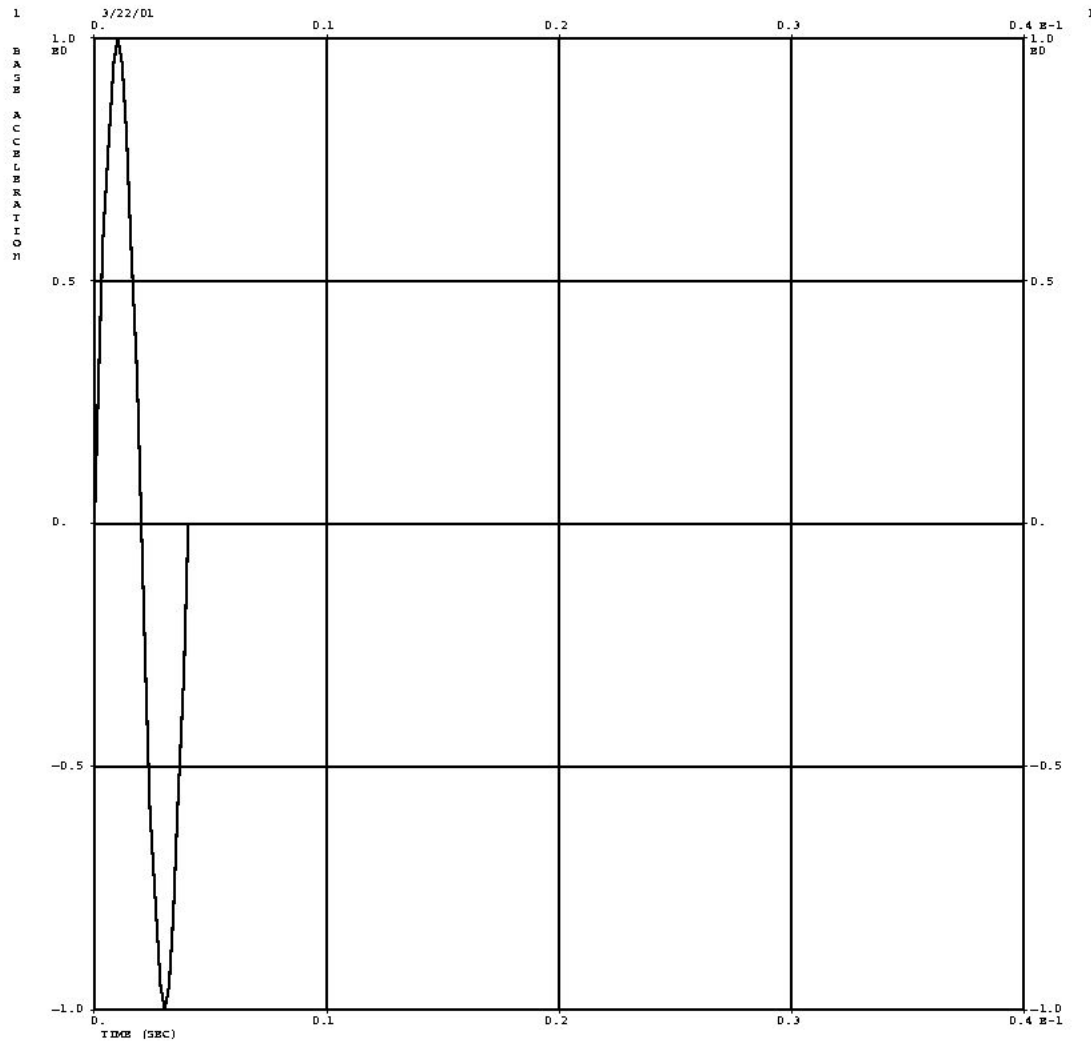
```
0
0
0 SUBCASE CURVE FRAME
ID TYPE NO. PANEL : GRID ID
0 1 ACCE 1 23( 5)
0 1 DISP 2 23( 5)
0 1 DISP 3 33( 5)

XY - O U T P U T S U M M A R Y ( R E S P O N S E )
XMIN-FRAME/ XMAX-FRAME/ YMIN-FRAME/ X FOR YMAX-FRAME/ X FOR
ALL DATA ALL DATA ALL DATA YMIN ALL DATA YMAX

0.000000E+00 4.000000E-02 -1.000000E+00 3.000000E-03 1.000000E+00 9.999999E-04
0.000000E+00 4.000000E-02 -1.000000E+00 3.000000E-03 1.000000E+00 9.999999E-04
0.000000E+00 4.000000E-02 6.123031E-25 0.000000E+00 2.525501E-06 4.000000E-03
0.000000E+00 4.000000E-02 6.123031E-25 0.000000E+00 2.525501E-06 4.000000E-03
0.000000E+00 4.000000E-02 -4.217794E-07 9.400000E-03 5.628117E-06 5.800000E-03
0.000000E+00 4.000000E-02 -4.217794E-07 9.400000E-03 5.628117E-06 5.800000E-03

SUBCASE 1
```

# Результаты решения Примера №7А



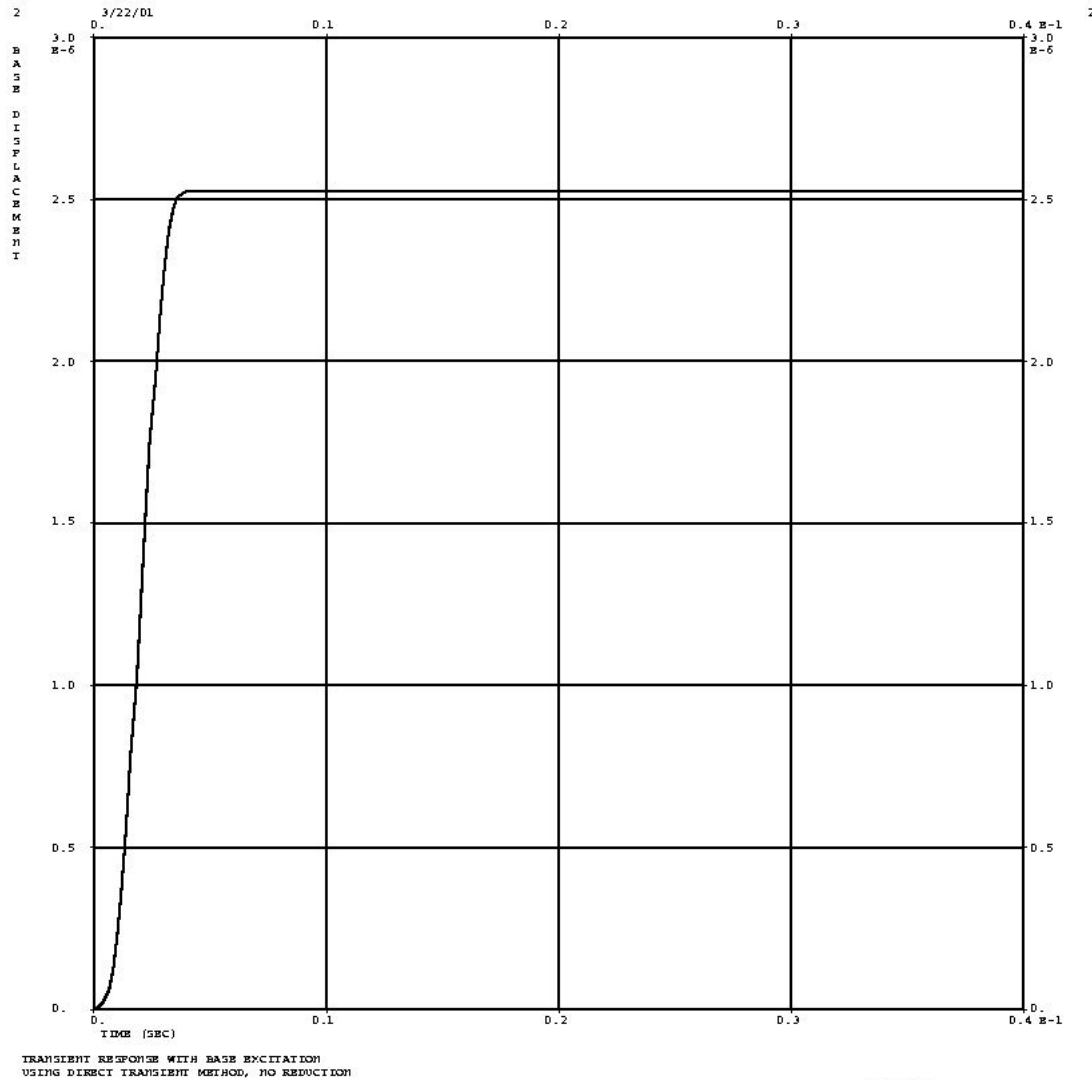
TRANSIENT RESPONSE WITH BASE EXCITATION  
USING DIRECT TRANSIENT METHOD, NO REDUCTION

SUBCASE 1

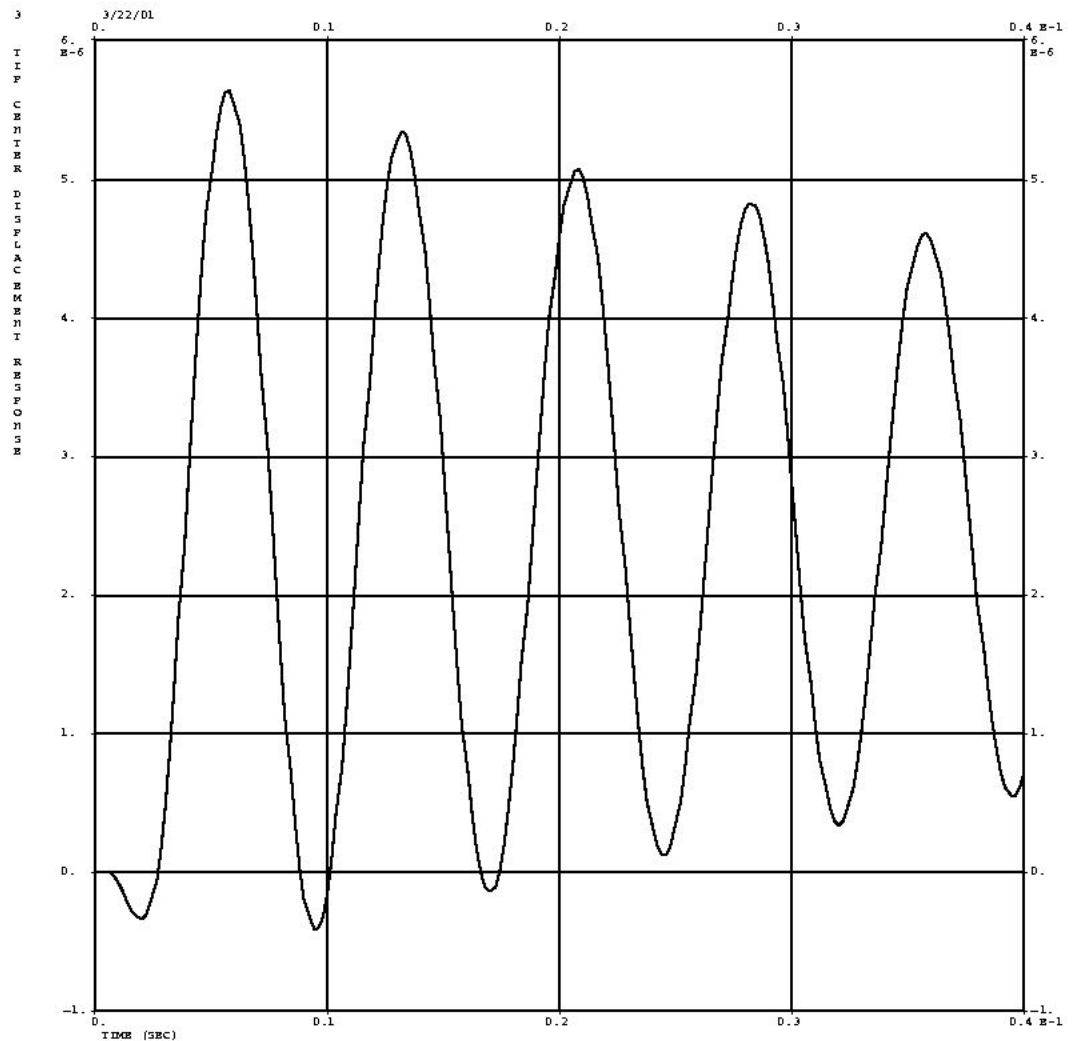
NAS102

MSC Moscow

# Результаты решения Примера №7А



# Результаты решения Примера №7А



TRANSIENT RESPONSE WITH BASE EXCITATION  
USING DIRECT TRANSIENT METHOD, NO REDUCTION

SUBCASE 1

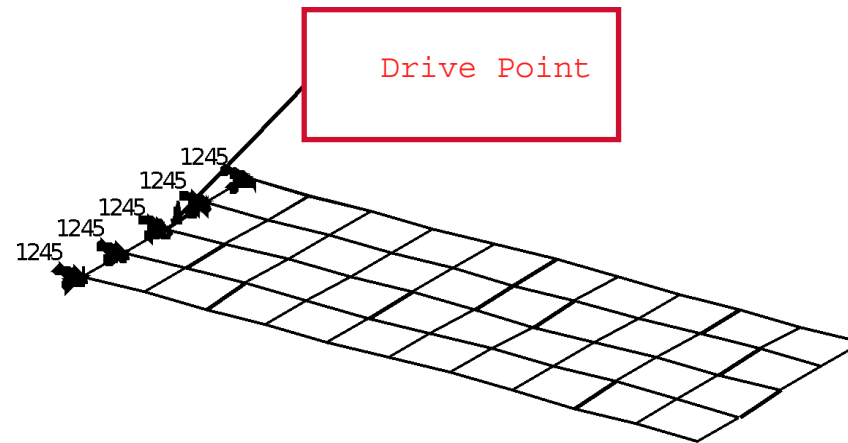
# Пример №7В

**Модальный анализ переходного  
процесса с вынужденным  
перемещением**



# Пример №7В. Модальный анализ переходного процесса с вынужденным перемещением

- Используя модальный метод, выполнить анализ переходного процесса колебаний модели. Задано единичное синусоидальное ускорение заделки с частотой 250 Гц в Z направлении. Использовать конструкционное демпфирование  $g = 0,06$ , конвертировать его в вязкое на частоте 250 Гц. Включите в решение остаточный вектор.



# Входной файл для Примера №7В

```
ID SEMINAR, PROB7B
SOL 112
TIME 30
CEND
TITLE = TRANSIENT RESPONSE WITH BASE EXCITATION
SUBTITLE = USING MODAL TRANSIENT METHOD, NO REDUCTION
ECHO = UNSORTED
SPC = 200
METHOD = 1000
SET 111 = 23, 33
DISPLACEMENT (SORT2) = 111
VELOCITY (SORT2) = 111
ACCELERATION (SORT2) = 111
SUBCASE 1
DLOAD = 500 DLOAD = 500
TSTEP = 100
$
OUTPUT (XYPLOT)
XGRID=YES
YGRID=YES
XTITLE= TIME (SEC)
YTITLE= BASE ACCELERATION
XYPLOT ACCELERATION RESPONSE / 23 (T3)
YTITLE= BASE DISPLACEMENT
XYPLOT DISP RESPONSE / 23 (T3)
YTITLE= TIP CENTER DISPLACEMENT RESPONSE
XYPLOT DISP RESPONSE / 33 (T3)
$
```

```
BEGIN BULK
$
$ PLATE MODEL DESCRIBED IN NORMAL MODES
$EXAMPLE
$
INCLUDE 'plate.bdf'
PARAM, COUPMASS, 1
PARAM, WTMASS, 0.00259
$
$ SPECIFY STRUCTURAL DAMPING
$
PARAM, G, 0.06
PARAM, W3, 1571.
$
$ APPLY EDGE CONSTRAINTS
$
SPC1, 200, 12456, 1, 12, 23, 34, 45
```

# Входной файл для Примера №7В

```
PARAM, RESVEC, YES
EIGRL, 1000, , , 10
$
$ APPLY ACCELERATION TO THE BASE
$
SPC1, 200, 3, 23
SPCD, 600, 23, 3, 1.0
TLOAD2, 500, 600, , ACCE, 0.0, 0.004, 250., -90.
$
$ RBE MASS TO REMAINING BASE POINTS
$
RBE2, 101, 23, 3, 1, 12, 34, 45
$
$ SPECIFY INTEGRATION TIME STEPS
$
TSTEP, 100, 200, 2.0E-4, 1
$
ENDDATA
```

# Результаты решения Примера №7В

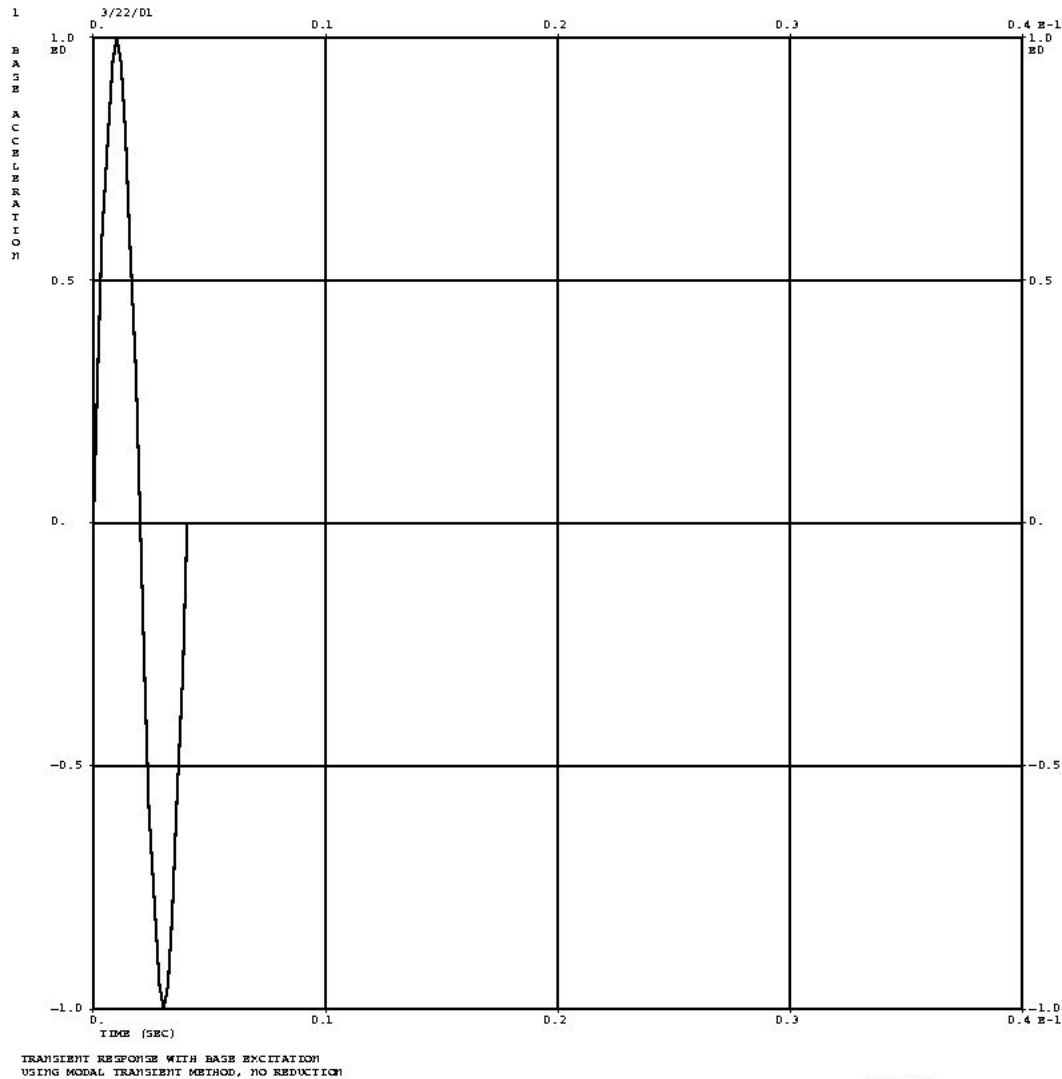
```
0
0
0 SUBCASE CURVE FRAME
ID TYPE NO. PANEL : GRID ID
0 1 ACCE 1 23( 5)
0 1 DISP 2 23( 5)
0 1 DISP 3 33( 5)

XY - O U T P U T S U M M A R Y ( R E S P O N S E )
XMIN-FRAME/ XMAX-FRAME/ YMIN-FRAME/ X FOR YMAX-FRAME/ X FOR
ALL DATA ALL DATA ALL DATA YMIN ALL DATA YMAX

0.000000E+00 4.000000E-02 -1.000000E+00 3.000000E-03 1.000000E+00 9.999999E-04
0.000000E+00 4.000000E-02 -1.000000E+00 3.000000E-03 1.000000E+00 9.999999E-04
0.000000E+00 4.000000E-02 6.123031E-25 0.000000E+00 2.525501E-06 4.000000E-03
0.000000E+00 4.000000E-02 6.123031E-25 0.000000E+00 2.525501E-06 4.000000E-03
0.000000E+00 4.000000E-02 -4.332059E-07 9.400000E-03 5.631920E-06 5.800000E-03
0.000000E+00 4.000000E-02 -4.332059E-07 9.400000E-03 5.631920E-06 5.800000E-03

SUBCASE 1
```

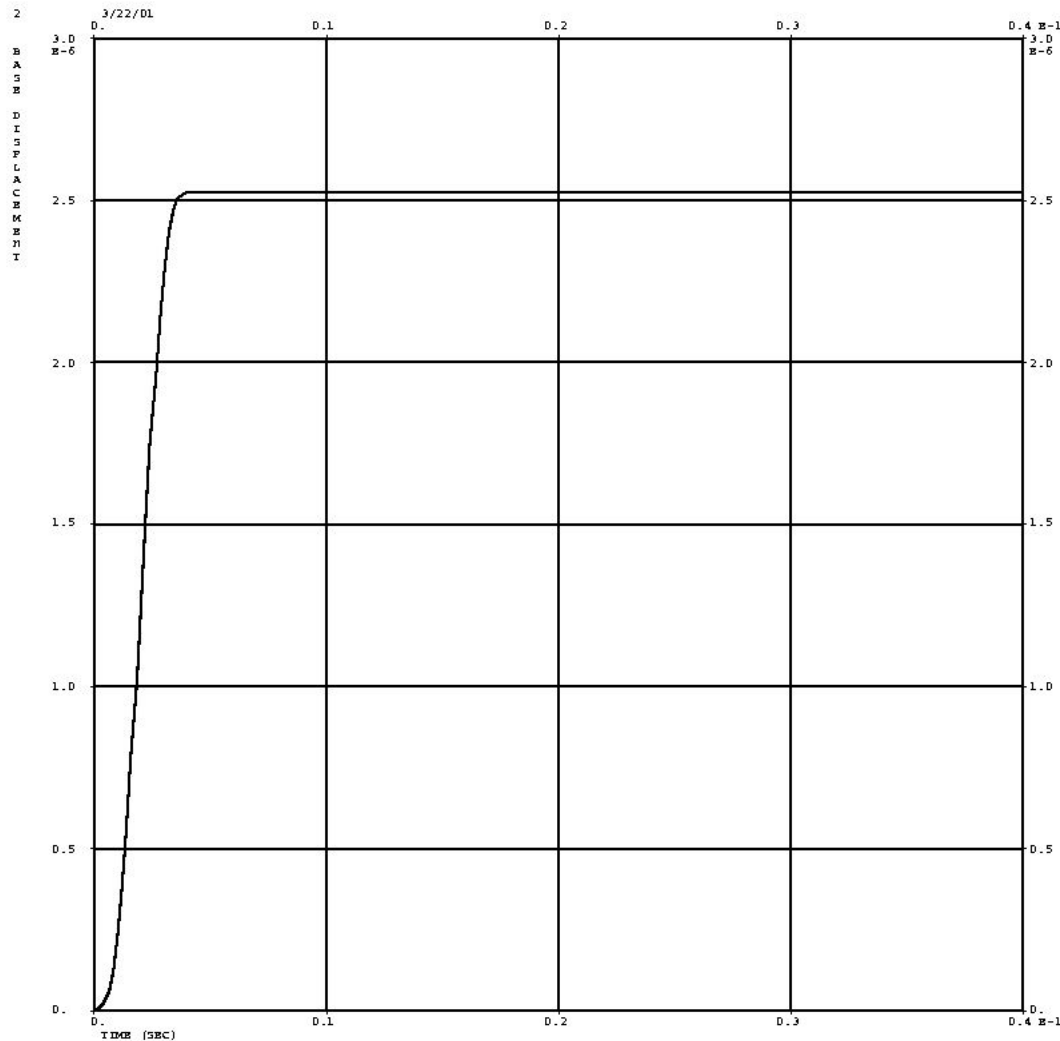
# Результаты решения Примера №7В



NAS102

Декабрь 2001, Стр. 12-29  
MSC Moscow

# Результаты решения Примера №7В



TRANSIENT RESPONSE WITH BASE EXCITATION  
USING MODAL TRANSIENT METHOD, NO REDUCTION

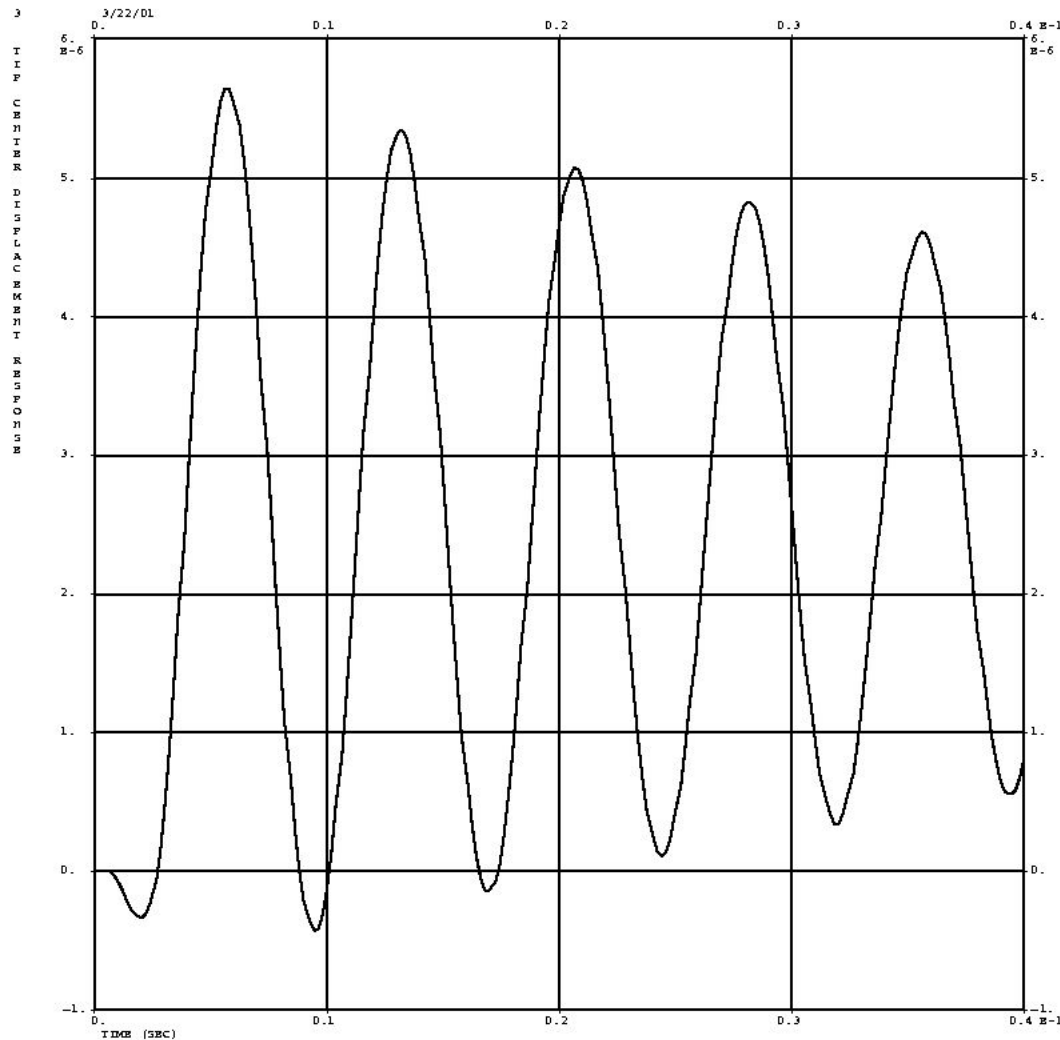
SUBCASE 1

NAS102

Декабрь 2001, Стр. 12-30

MSC Moscow

# Результаты решения Примера №7В



TRANSIENT RESPONSE WITH BASE EXCITATION  
USING MODAL TRANSIENT METHOD, NO REDUCTION

SUBCASE 1

NAS102

Декабрь 2001, Стр. 12-31

MSC Moscow

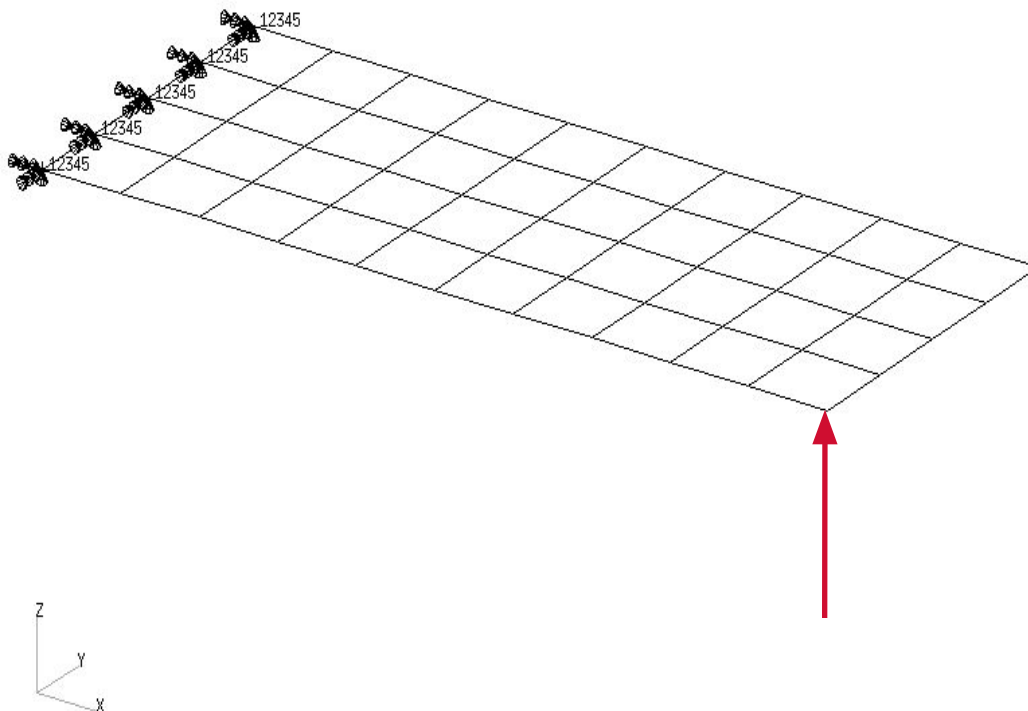
# Пример №8А

## Прямой анализ частотного отклика с вынужденным перемещением



# Пример №8А. Прямой анализ частотного отклика с вынужденным перемещением

- Используя прямой метод, определите частотный отклик плоской прямоугольной пластины (модель создана в Примере №1) в диапазоне 20-1000 Гц с шагом 20 Гц. задается вынужденное перемещение угла пластины амплитудой 0,1. Используйте конструктивное демпфирование  $g=0,06$ .



# Входной файл для Примера №8А

```
ID SEMINAR, PROB8A
SOL 108
TIME 30
CEND
TITLE= FREQUENCY RESPONSE DUE TO .1 DISPLACEMENT AT TIP
SUBTITLE= DIRECT METHOD
ECHO= UNSORTED
SPC= 1
SET 111= 11, 33, 55
DISPLACEMENT(PHASE, SORT2)= 111
$SDISP(PHASE, SORT2)= ALL
set 222 = 11
OLOAD= 222
SUBCASE 1
DLOAD= 500
FREQUENCY= 100
$
OUTPUT (XYPLOT)
$
XTGRID= YES
YTGRID= YES
XBGRID= YES
YBGRID= YES
YTLOG= YES
YBLOG= NO
```

```
XTITLE= FREQUENCY (HZ)
YTTITLE= DISPLACEMENT RESPONSE AT LOADED CORNER, MAGNITUDE
YBTITLE= DISPLACEMENT RESPONSE AT LOADED CORNER, PHASE
XYPLOT DISP RESPONSE / 11 (T3RM, T3IP)
YTTITLE= DISPLACEMENT RESPONSE AT TIP CENTER, MAGNITUDE
YBTITLE= DISPLACEMENT RESPONSE AT TIP CENTER, PHASE
XYPLOT DISP RESPONSE / 33 (T3RM, T3IP)
YTTITLE= DISPLACEMENT RESPONSE AT OPPOSITE CORNER, MAGNITUDE
YBTITLE= DISPLACEMENT RESPONSE AT OPPOSITE CORNER, PHASE
XYPLOT DISP RESPONSE / 55 (T3RM, T3IP)
$
BEGIN BULK
$
$ PLATE MODEL DESCRIBED IN NORMAL MODES EXAMPLE
$
INCLUDE 'plate.bdf'
PARAM, COUPMASS, 1
PARAM, WTMASS, 0.00259
$
$ SPECIFY STRUCTURAL DAMPING
```

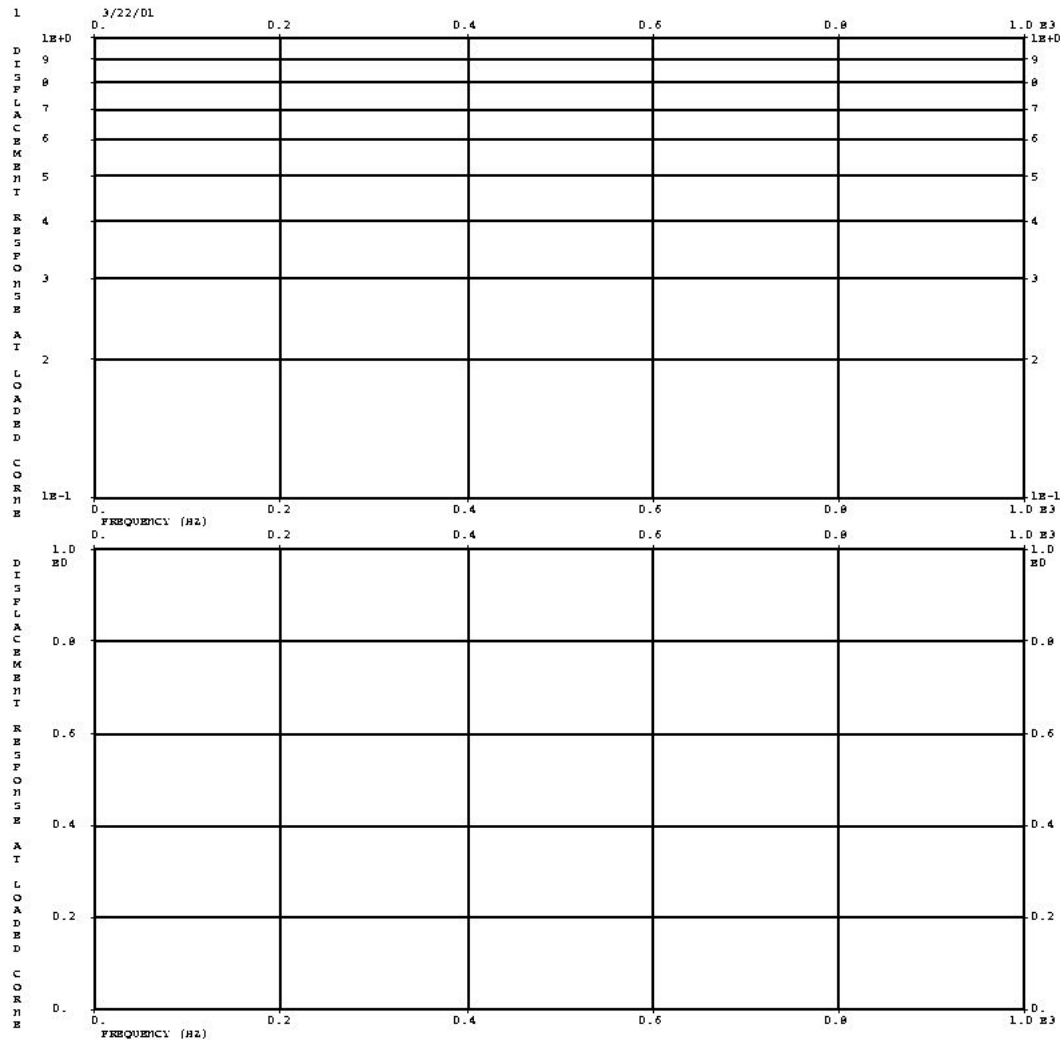
# Входной файл для Примера №8А

```
§  
PARAM, G, 0.06  
§  
§ APPLY UNIT DISPLACEMENT AT TIP POINT  
§  
SPC1, 1, 3, 11  
SPCD, 600, 11, 3, 0.1  
§  
RLOAD2, 500, 600, , ,310, , DISP  
§  
TABLED1, 310, 0., 1., 10000., 1., ENDT  
§  
§  
§ SPECIFY FREQUENCY STEPS  
§  
FREQ1, 100, 20., 20., 49  
§  
ENDDATA
```

# Результаты решения Примера №8А

```
0
0
0 SUBCASE 1
0 XY - O U T P U T S U M M A R Y ( R E S P O N S E )
0 SUBCASE CURVE FRAME CURVE ID./ XMIN-FRAME/ XMAX-FRAME/ YMIN-FRAME/ X FOR YMAX-FRAME/ X FOR
0 ID TYPE NO. PANEL : GRID ID ALL DATA ALL DATA ALL DATA YMIN ALL DATA YMAX
0 1 DISP 1 11( 5,--) 2.000000E+01 1.000000E+03 1.000000E-01 2.000000E+01 1.000000E-01 2.000000E+01
0 1 DISP 1 11(--, 11) 2.000000E+01 1.000000E+03 0.000000E+00 2.000000E+01 0.000000E+00 2.000000E+01
0 1 DISP 2 33( 5,--) 2.000000E+01 1.000000E+03 2.310271E-03 2.000000E+01 0.000000E+00 2.000000E+01
0 1 DISP 2 33(--, 11) 2.000000E+01 1.000000E+03 2.310271E-03 2.000000E+01 0.000000E+00 2.000000E+01
0 1 DISP 3 55( 5,--) 2.000000E+01 1.000000E+03 2.443192E-02 2.000000E+01 1.000000E+03 1.623458E+00 3.800000E+02
0 1 DISP 3 55(--, 11) 2.000000E+01 1.000000E+03 2.443192E-02 2.000000E+01 1.000000E+03 1.623458E+00 3.800000E+02
0 1 DISP 3 55(--, 11) 2.000000E+01 1.000000E+03 3.672138E+00 2.000000E+01 1.000000E+03 3.599891E+02 2.000000E+01
0 1 DISP 3 55(--, 11) 2.000000E+01 1.000000E+03 3.672138E+00 2.000000E+01 1.000000E+03 3.599891E+02 2.000000E+01
```

# Результаты решения Примера №8А



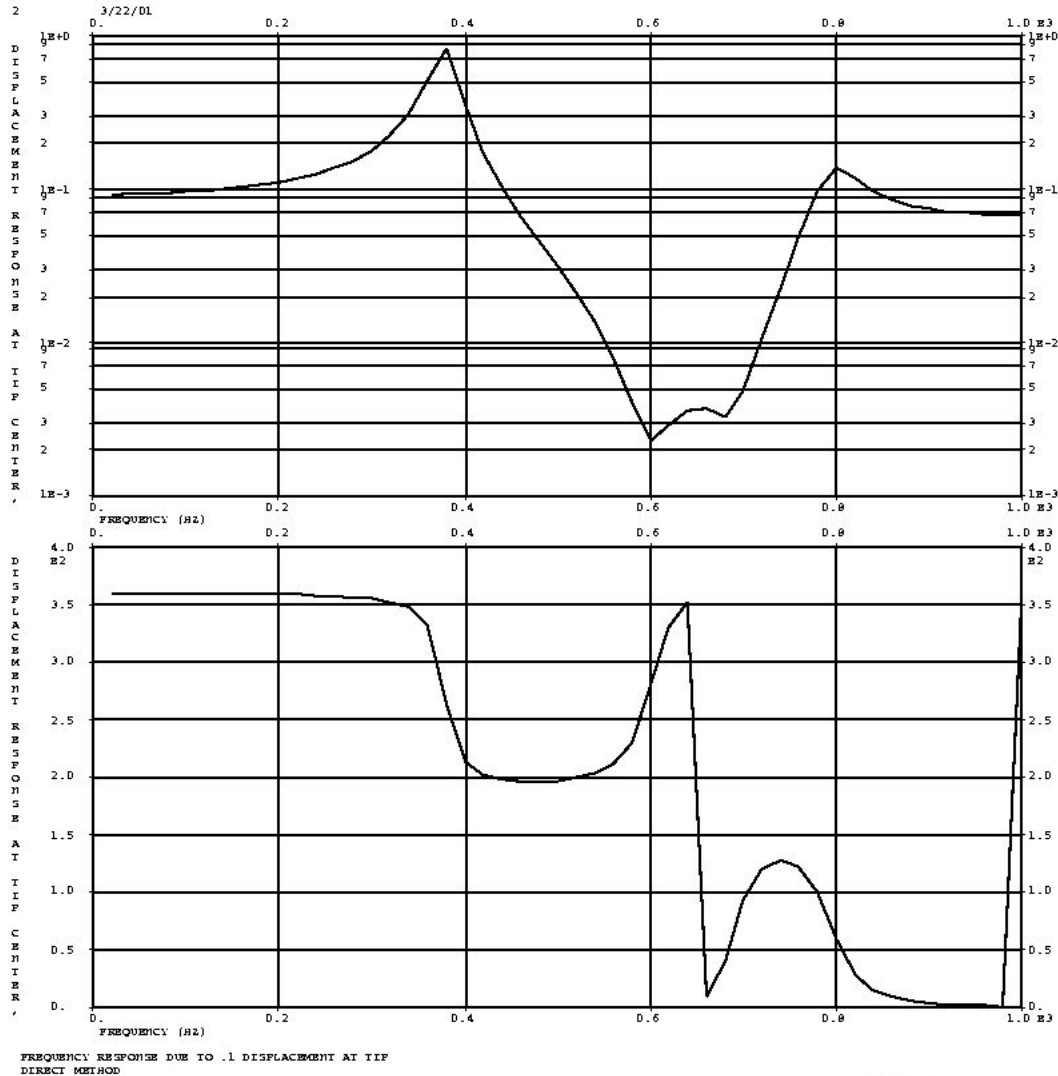
FREQUENCY RESPONSE DUE TO .1 DISPLACEMENT AT TIP  
DIRECT METHOD

SUBCASE 1

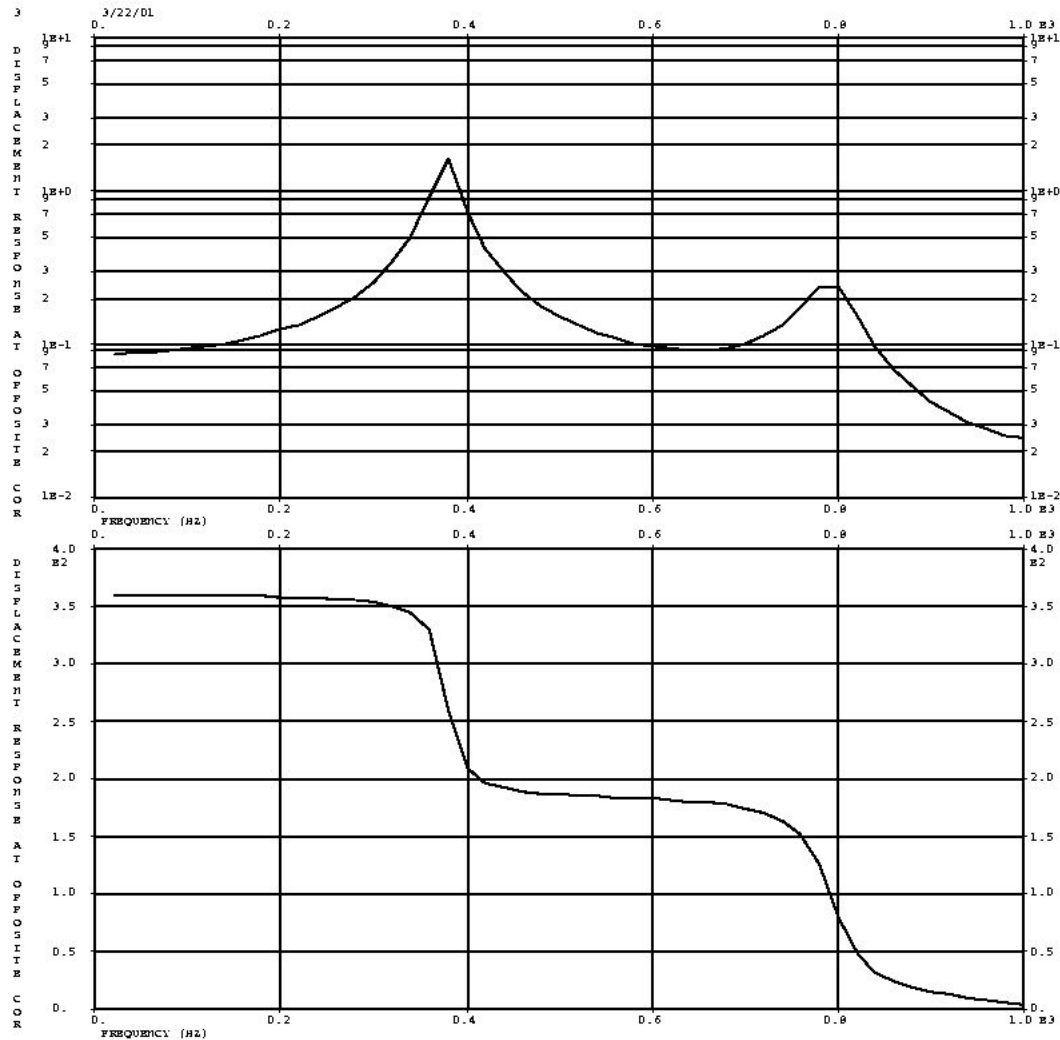
NAS102

Декабрь 2001, Стр. 12-37  
MSC Moscow

# Результаты решения Примера №8А



# Результаты решения Примера №8А



FREQUENCY RESPONSE DUE TO .1 DISPLACEMENT AT TIP  
DIRECT METHOD

SUBCASE 1

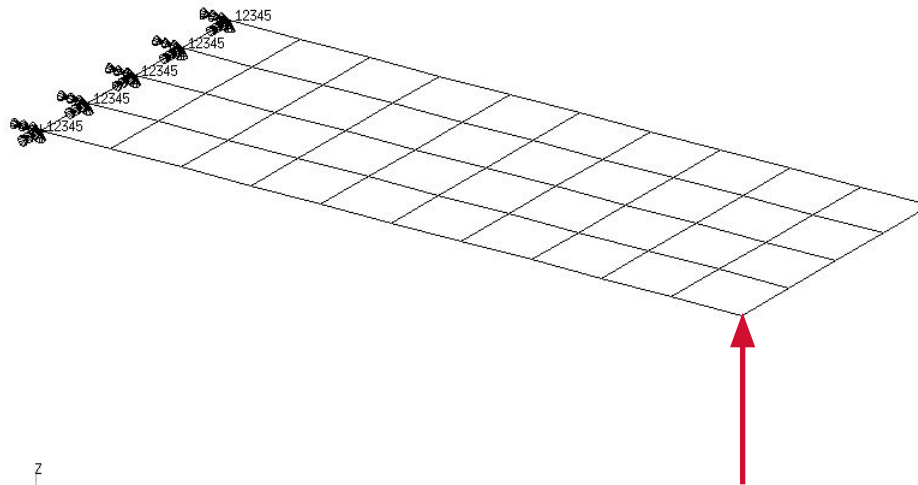
# Пример №8В

## Модальный анализ частотного отклика с вынужденным перемещением



# Пример №8В. Модальный анализ частотного отклика с вынужденным перемещением

- Используя модальный метод, определите частотный отклик плоской прямоугольной пластины (модель создана в Примере №1) в диапазоне 20-1000 Гц с шагом 20 Гц. Задается вынужденное перемещение угла пластины амплитудой 0,1. Используйте конструкционное демпфирование  $g=0,06$ . Включите в решение остаточный вектор.



# Входной файл для Примера №8В

```
ID SEMINAR, PROB8B
SOL 111
TIME 30
CEND
TITLE= FREQUENCY RESPONSE DUE TO .1 DISPLACEMENT AT
TIP
SUBTITLE= MODAL METHOD
ECHO= UNSORTED
SPC= 1
SET 111= 11, 33, 55
DISPLACEMENT(PHASE, SORT2)= 111
$SDISP(PHASE, SORT2)= ALL
set 222 = 11
OLOAD= 222
SUBCASE 1
METHOD= 1000
DLOAD= 500
FREQUENCY= 100
$
OUTPUT (XYPLOT)
$
XTGRID= YES
YTGRID= YES
XBGRID= YES
YBGRID= YES
YTLOG= YES
YBLOG= NO
```

```
XTITLE= FREQUENCY (HZ)
YTTITLE= DISPLACEMENT RESPONSE AT LOADED CORNER, MAGNITUDE
YBTITLE= DISPLACEMENT RESPONSE AT LOADED CORNER, PHASE
XYPLOT DISP RESPONSE / 11 (T3RM, T3IP)
YTTITLE= DISPLACEMENT RESPONSE AT TIP CENTER, MAGNITUDE
YBTITLE= DISPLACEMENT RESPONSE AT TIP CENTER, PHASE
XYPLOT DISP RESPONSE / 33 (T3RM, T3IP)
YTTITLE= DISPLACEMENT RESPONSE AT OPPOSITE CORNER,
MAGNITUDE
YBTITLE= DISPLACEMENT RESPONSE AT OPPOSITE CORNER, PHASE
XYPLOT DISP RESPONSE / 55 (T3RM, T3IP)
$
BEGIN BULK
$
$ PLATE MODEL DESCRIBED IN NORMAL MODES EXAMPLE
$
INCLUDE 'plate.bdf'
PARAM, COUPMASS, 1
PARAM, WTMASS, 0.00259
$
$ SPECIFY STRUCTURAL DAMPING
```

# Входной файл для Примера №8В

```
$
PARAM, G, 0.06
PARAM, RESVEC, YES
EIGRL, 1000, , , 10
$
$ APPLY UNIT DISPLACEMENT AT TIP POINT
$
SPC1, 1, 3, 11
SPCD, 600, 11, 3, 0.1
$
RLOAD2, 500, 600, , , 310, , DISP
$
TABLED1, 310, 0., 1., 10000., 1., ENDT
$
$
$ SPECIFY FREQUENCY STEPS
$
FREQ1, 100, 20., 20., 49
$
ENDDATA
```

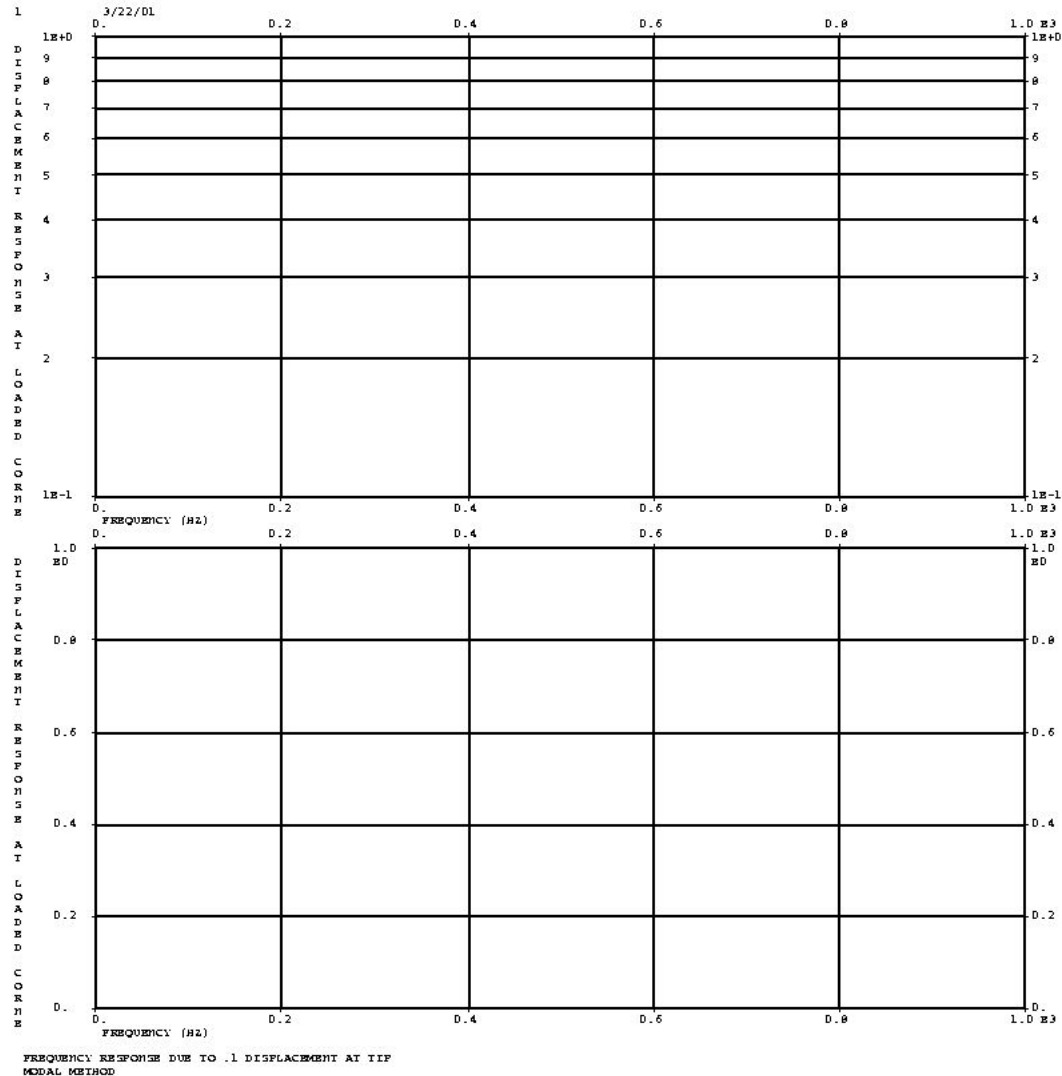
# Результаты решения Примера №8В

SUBCASE 1

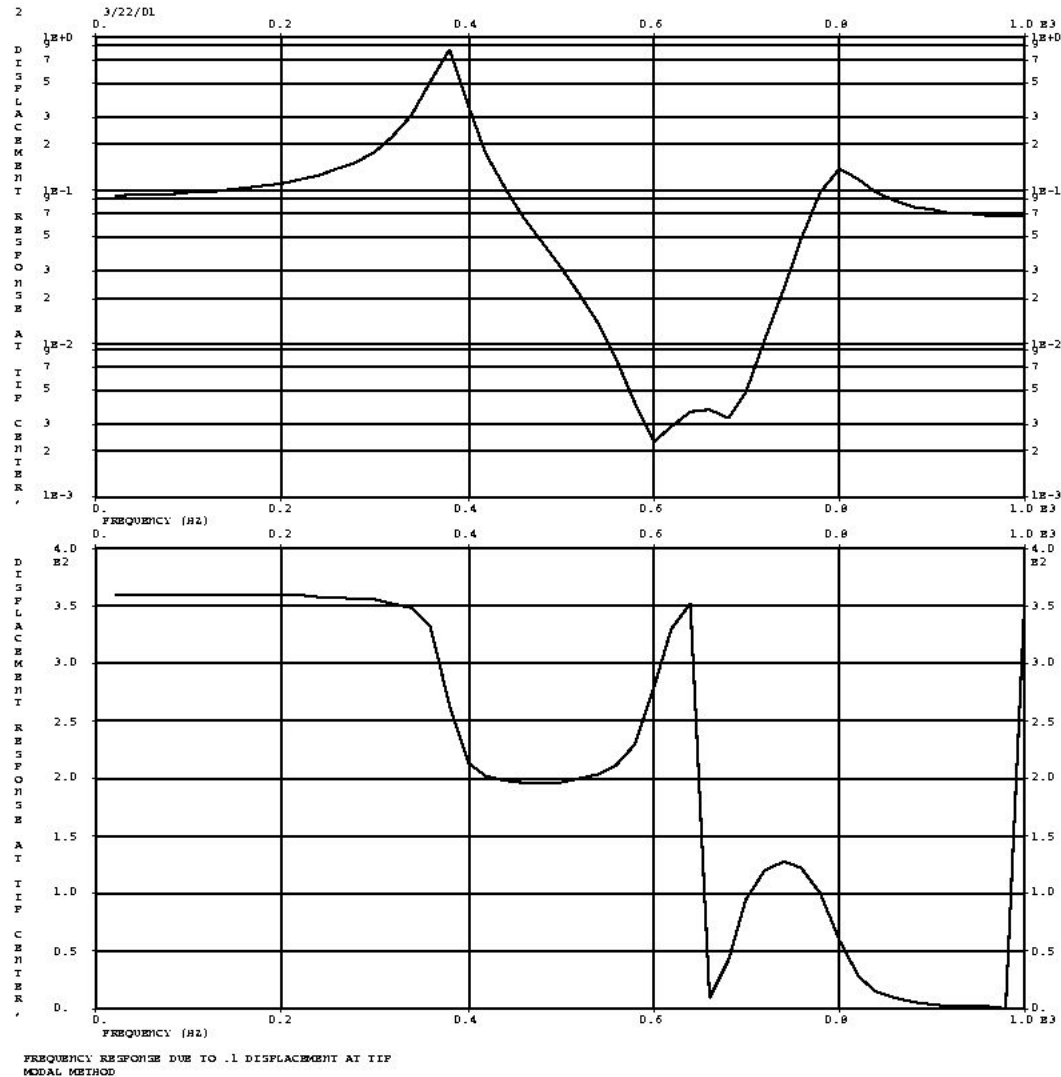
X Y - O U T P U T S U M M A R Y ( R E S P O N S E )

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	SUBCASE	CURVE	FRAME	CURVE ID./	XMIN-FRAME/	XMAX-FRAME/	YMIN-FRAME/	X FOR	YMAX-FRAME/	X FOR
0	ID	TYPE	NO.	PANEL : GRID ID	ALL DATA	ALL DATA	ALL DATA	YMIN	ALL DATA	YMAX
0	1	DISP	1	11( 5, --)	2.000000E+01	1.000000E+03	1.000000E-01	2.000000E+01	1.000000E-01	2.000000E+01
					2.000000E+01	1.000000E+03	1.000000E-01	2.000000E+01	1.000000E-01	2.000000E+01
0	1	DISP	1	11(--, 11)	2.000000E+01	1.000000E+03	0.000000E+00	2.000000E+01	0.000000E+00	2.000000E+01
					2.000000E+01	1.000000E+03	0.000000E+00	2.000000E+01	0.000000E+00	2.000000E+01
0	1	DISP	2	33( 5, --)	2.000000E+01	1.000000E+03	2.307091E-03	6.000000E+02	8.439932E-01	3.800000E+02
					2.000000E+01	1.000000E+03	2.307091E-03	6.000000E+02	8.439932E-01	3.800000E+02
0	1	DISP	2	33(--, 11)	2.000000E+01	1.000000E+03	3.325545E-01	9.799999E+02	3.599946E+02	2.000000E+01
					2.000000E+01	1.000000E+03	3.325545E-01	9.799999E+02	3.599946E+02	2.000000E+01
0	1	DISP	3	55( 5, --)	2.000000E+01	1.000000E+03	2.447906E-02	1.000000E+03	1.623457E+00	3.800000E+02
					2.000000E+01	1.000000E+03	2.447906E-02	1.000000E+03	1.623457E+00	3.800000E+02
0	1	DISP	3	55(--, 11)	2.000000E+01	1.000000E+03	3.658197E+00	1.000000E+03	3.599891E+02	2.000000E+01
					2.000000E+01	1.000000E+03	3.658197E+00	1.000000E+03	3.599891E+02	2.000000E+01

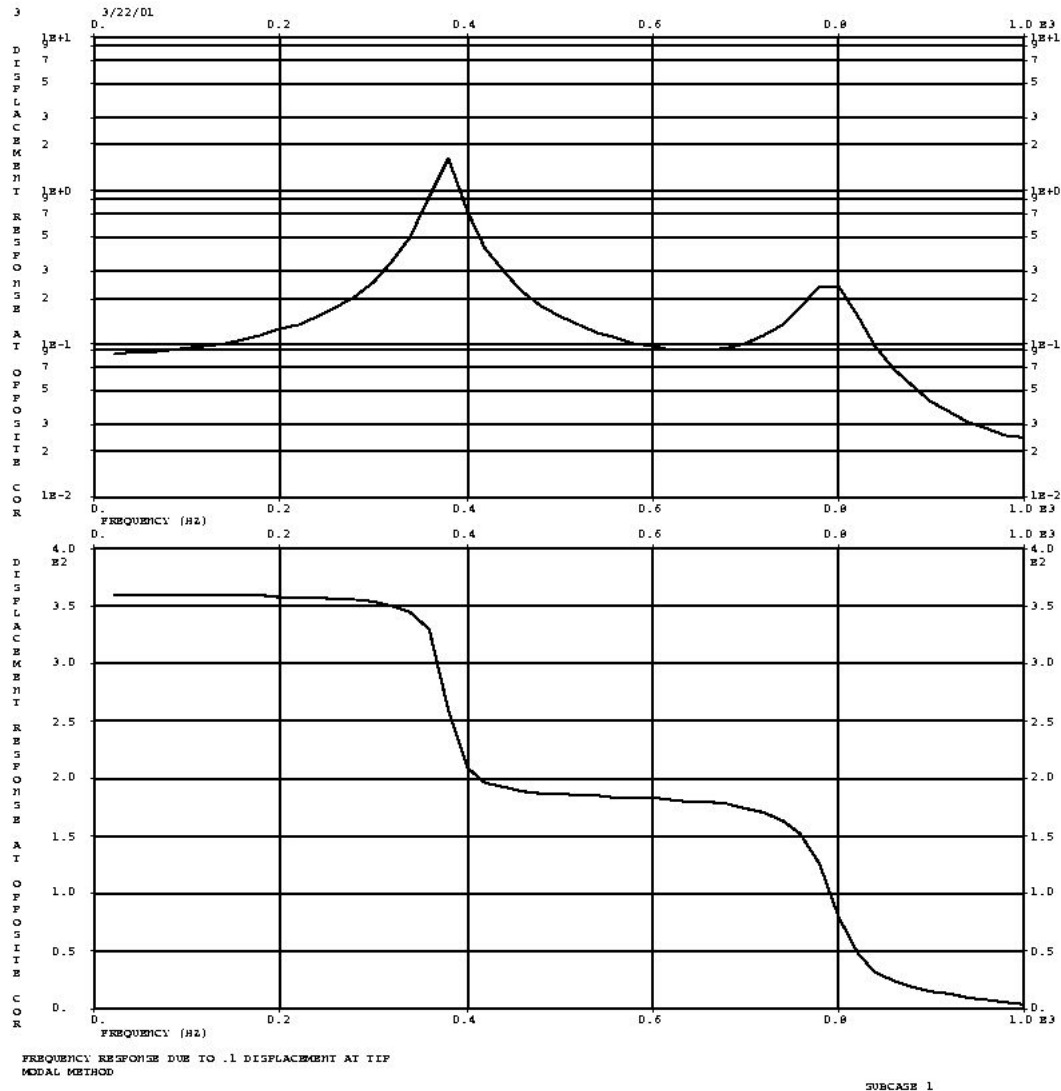
# Результаты решения Примера №8В



# Результаты решения Примера №8В



# Результаты решения Примера №8В



**NAS102**

**Декабрь 2001, Стр. 12-48**  
**MSC Moscow**

