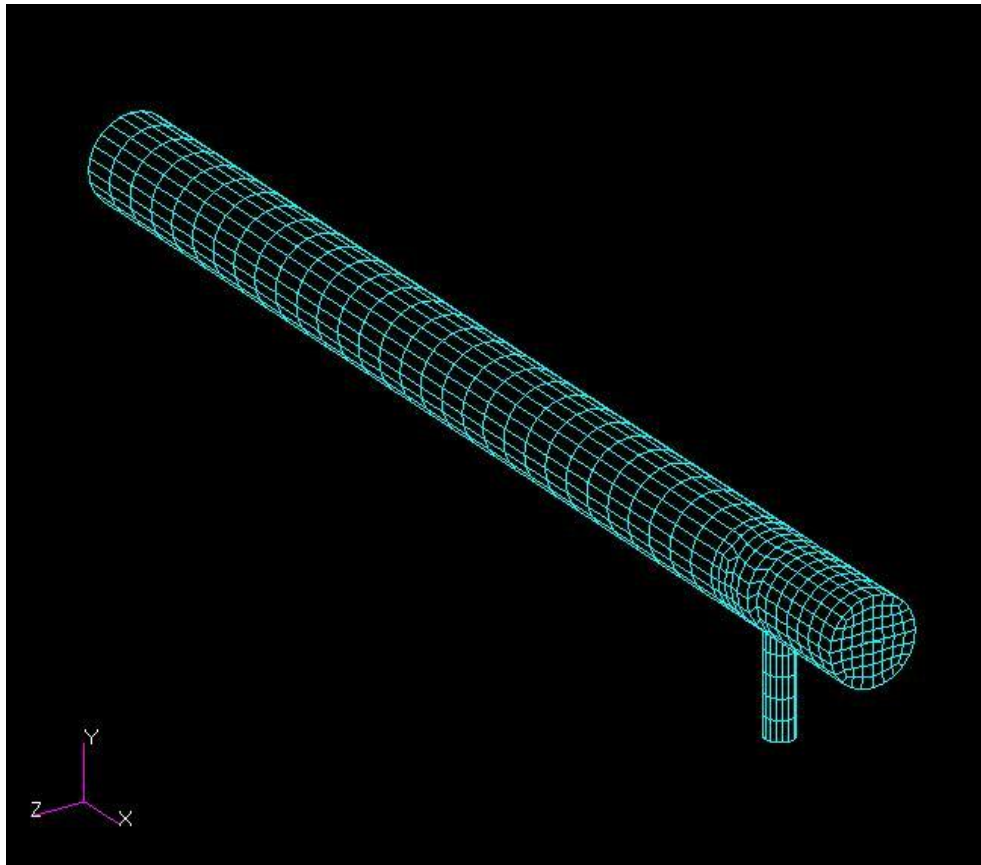


***Моделирование случайного  
кинематического воздействия на  
конструкцию с учётом  
преднагруженного состояния***

**С.А. Сергиевский  
Московский офис MSC**

# *Анализируемая конструкция*

- ❑ Внутренне давление
- ❑ Случайная нагрузка, прикладываемая в двух местах



# Анализ влияния давления на собственные колебания конструкции

## □ Файл tube-test-02.dat

SOL 103

.....  
SUBCASE 1

LOAD = 2

*Преднагрузка*

SUBCASE 2

METHOD = 10

STATSUB = 1

DISPLACEMENT(PLOT, SORT1, REAL)=ALL

*Анализ собственных колебаний*

BEGIN BULK

PARAM INREL -1

*Инерционное уравнивание*

.....

SUPPORT 89 123456

.....

EIGRL,10,,12

*Определяются 12 низших форм*

PSHELL .....

CQUAD4 .....

.....

GRID .....

LOAD 2 1. 1. 1

PLOAD4 1 .....

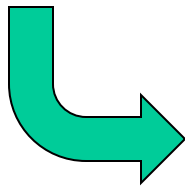
*Описание параметров преднагрузки*

PLOAD4 1 .....

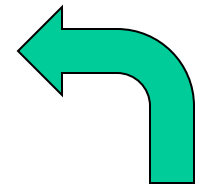
ENDDATA

# Результат влияния преднагрузки на собственные колебания

- 7-12 частоты собственных колебаний без преднагрузки



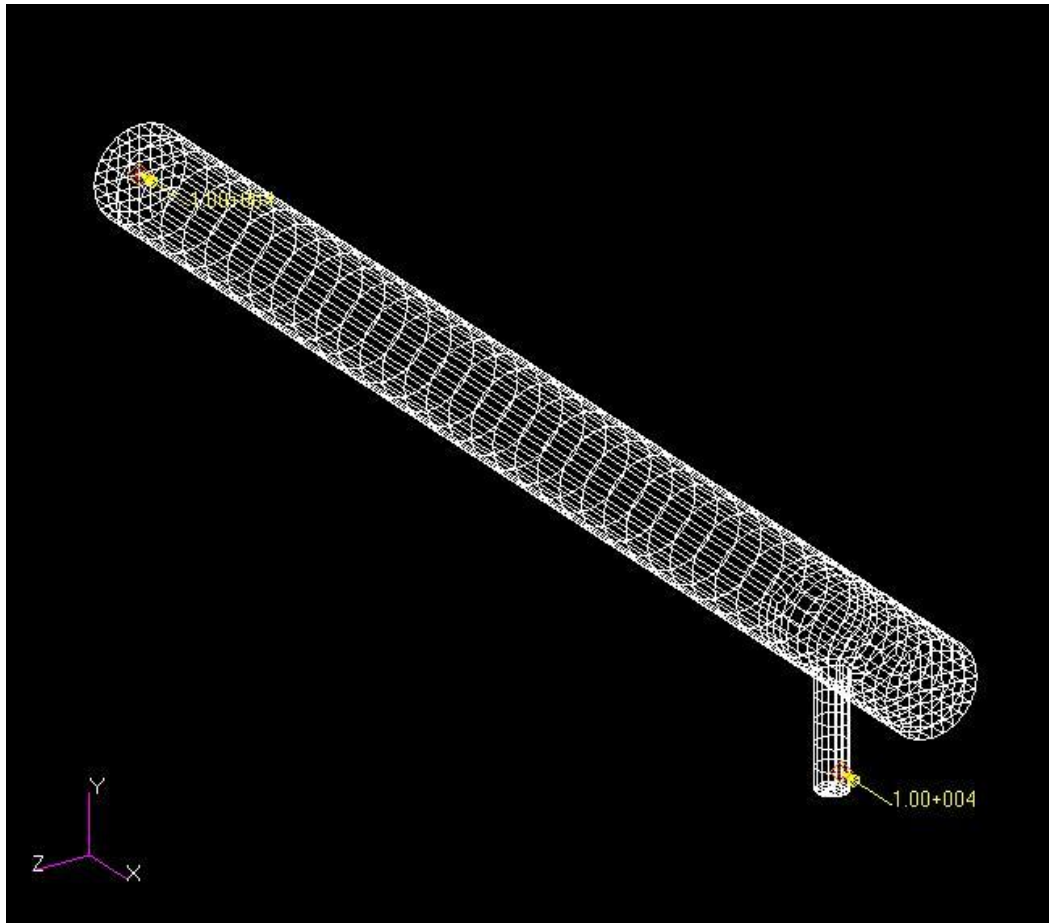
4.024501E+01	4.080841E+01
4.113594E+01	4.114142E+01
4.383533E+01	4.546114E+01
5.805606E+01	6.911430E+01
5.908952E+01	7.106975E+01
6.279641E+01	7.261095E+01



- 7-12 частоты собственных колебаний с преднагрузкой

# Приложение случайных нагрузок

- Две гармонические нагрузки
- Постоянное внутреннее давление



# Основное соотношение

- Вычисление отклика на случайное воздействие

$$S_u(\omega) = \sum_i \sum_j H_i(\omega) \overline{H_j(\omega)} S_{P_{i,j}}(\omega)$$

Спектральная  
плотность  
отклика

Комплексная  
передаточная  
функция от  $i$ -го  
“входа”

Комплексная  
передаточная  
функция от  $j$ -го  
“входа”

Взаимная  
спектральная  
плотность  $i$ -го  
и  $j$ -го “входов”

Преднагрузка влияет на эти величины

# Вычисление корреляционной функции и дисперсии

$$R_{XX}(t) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} S_{XX}(\omega) e^{i\omega t} d\omega;$$

$$R_{XY}(t) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} S_{XY}(\omega) e^{i\omega t} d\omega$$

$$R_{XX}(0) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} S_{XX}(\omega) d\omega$$

# Вычисление передаточных функций

SOL 111

.....  
SUBCASE 1

LOAD = 2

SUBCASE 2

METHOD = 10

STATSUB = 1

DLOAD = 1

FREQUENCY = 101

DISPLACEMENT(PLOT,SORT1,REAL)=ALL

SUBCASE 3

METHOD = 10

STATSUB = 1

DLOAD = 21

FREQUENCY = 301

DISPLACEMENT(PLOT,SORT1,REAL)=ALL

BEGIN BULK

PARAM POST 0

PARAM INREL -1

.....

SUPPORT 89 123456

.....

EIGRL,10,,12

PSHELL 1 .....

CQUAD4 1 .....

*Преднагрузка*

*Вычисление передаточной функции по первому “входу”*

*Вычисление передаточной функции по второму “входу”*

*Вывод результатов в файл .xdb !!!*



# Вычисление передаточных функций

## □ Файл tube-test-04.dat

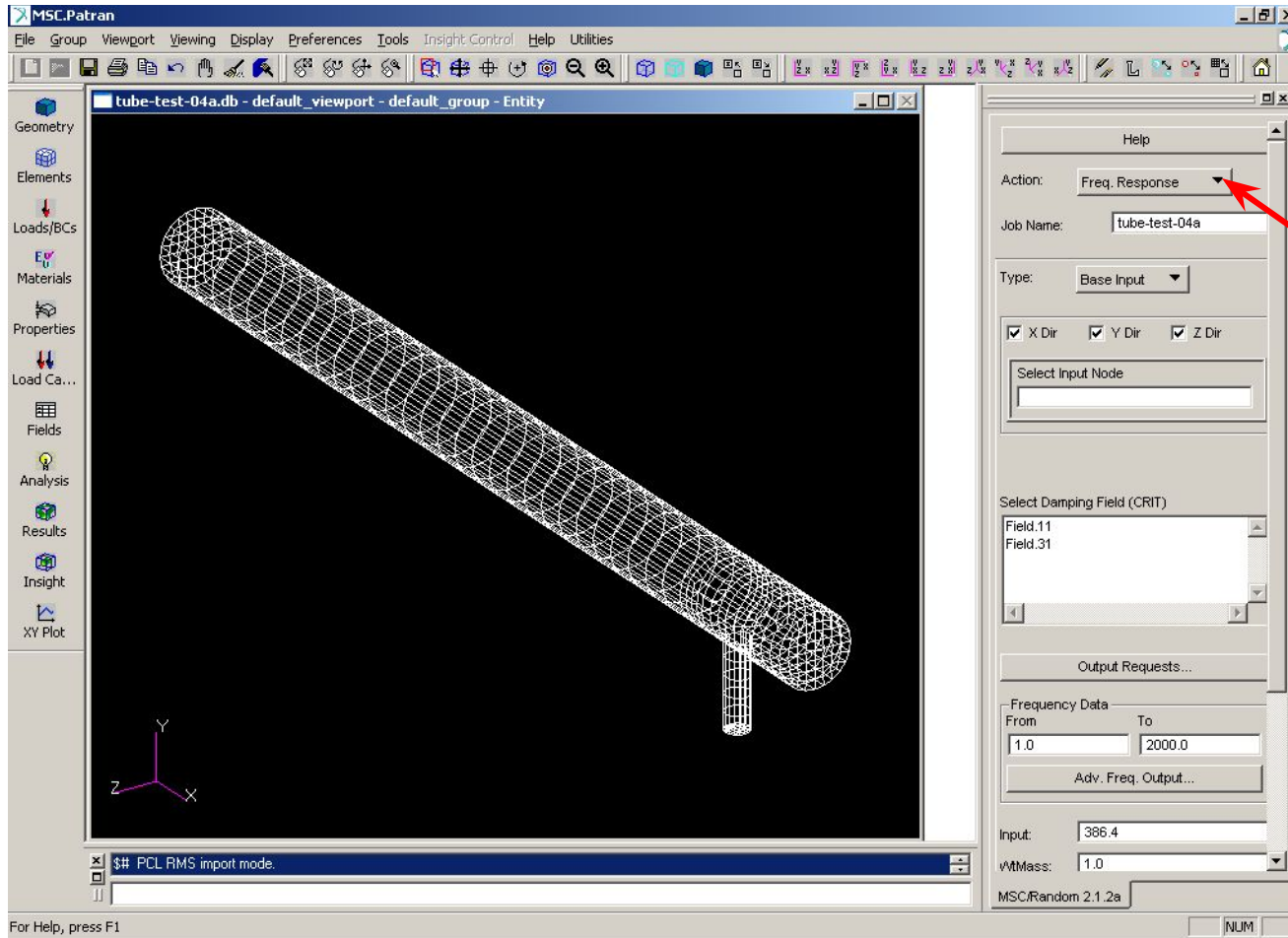
```
.....  
GRID .....  
LOAD 2 1. 1. 1  
PLOAD4 1 .....  
PLOAD4 1 .....  
$ Loads for Load Case : SC 2  
RLOAD2 1 22 11 0  
DAREA 22 79 1 1.0  
TABLED1 11  
+ 0. 1. 1.0E+6 1.0 ENDT  
FREQ1 101 20. 2. 90  
$ Loads for Load Case : SC 3  
RLOAD2 21 32 31 0  
DAREA 32 157 1 1.0  
TABLED1 31  
+ 0. 1. 1.0E+6 1.0 ENDT  
FREQ1 301 20. 2. 90  
ENDDATA
```

*Описание мест приложения и направления единичных нагрузок (соответствующих случайным нагрузкам)*

# ***Вычисление характеристик отклика***

- С помощью меню Fields MSC.Patran ввести зависимости реальных и мнимых частей спектральных плотностей входного воздействия от частоты**
- Запустить процессор расчёта отклика на случайное воздействие  
Utilities -> Applications -> MSC.Random...**

# Меню MSC.Random



**“Переключатель”**  
**типов анализа:**  
**Freq. Response**  
**RMS Analysis**  
**Read RMS**  
**XY Plots**

# *RMS Analysis*

❑ **Select XDB File...**

❑ **Random Input...**

❑ **Наиболее общий случай:**

- **Combine Cases**
- **Uncoupled**

❑ **Пример:**

- **СП по первому “входу” – Field.11**
- **СП по второму “входу” – Field.11**
- **Реальная часть взаимной СП первого-второго “входов” – Field.31**
- **Мнимая часть взаимной СП первого-второго “входов” равна нулю**

# RMS Analysis

**Random Analysis Input**

Random Input Method:  
Combine Cases ▾

Auto Spectral Density     Uncoupled

PSD Input fields

Field.11  
Field.31

Update List Box

Clear SpreadSheet

Complete One or More Rows (Similar to MSC.Nastran RANDPS card)

Excited Set	Applied Set	Input Field	Complex X	Complex Y
E 2	A 2	Field.11	C 1.0	C 0.0
E 3	A 3	Field.11	C 1.0	C 0.0
E 2	A 3	Field.31	C 1.0	C 0.0
E	A	Ir	Complex X	Complex Y
Excited Set	Applied Set	Input Field	Complex X	Complex Y
Excited Set	Applied Set	Input Field	Complex X	Complex Y
Excited Set	Applied Set	Input Field	Complex X	Complex Y
Excited Set	Applied Set	Input Field	Complex X	Complex Y
Excited Set	Applied Set	Input Field	Complex X	Complex Y
Excited Set	Applied Set	Input Field	Complex X	Complex Y
Excited Set	Applied Set	Input Field	Complex X	Complex Y
Excited Set	Applied Set	Input Field	Complex X	Complex Y
Excited Set	Applied Set	Input Field	Complex X	Complex Y
Excited Set	Applied Set	Input Field	Complex X	Complex Y
Excited Set	Applied Set	Input Field	Complex X	Complex Y
Excited Set	Applied Set	Input Field	Complex X	Complex Y
Excited Set	Applied Set	Input Field	Complex X	Complex Y

Interpolation Scheme  
X Axis: Log ▾    Y Axis: Log ▾

Close

Close ... Apply

# Меню XY Plots

The screenshot displays the MSC.Patran software interface. The main viewport shows a 3D wireframe model of a cylindrical tube with a smaller diameter section at one end. The coordinate system (X, Y, Z) is visible in the bottom-left corner of the viewport. The left sidebar contains various tool icons, including Geometry, Elements, Loads/BCs, Materials, Properties, Load Ca..., Fields, Analysis, Results, Insight, and XY Plot. The top menu bar includes File, Group, Viewport, Viewing, Display, Preferences, Tools, Insight/Control, Help, and Utilities. The right-hand dialog box is titled "Help" and is configured for "XY Plots". The "Action" is set to "XY Plots", and the "Job Name" is "tube-test-04". The "XY Plot Window Name" is "Random", and the "Entity Type" is "node". The "Res. Type" is "Accel.", the "Plot Scale" is "6.6977e-006", the "Component" is "DOF 1", and the "Plot Type" is "PSDF". There are input fields for "Start Freq" and "End Freq", and a "Plot Options..." button. The status bar at the bottom indicates "Import Complete." and "NUM".

MSC.Patran

File Group Viewport Viewing Display Preferences Tools Insight/Control Help Utilities

tube-test-04a.db - default\_viewport - default\_group - Entity

Geometry

Elements

Loads/BCs

Materials

Properties

Load Ca...

Fields

Analysis

Results

Insight

XY Plot

Help

Action: XY Plots

Job Name: tube-test-04

Select XDB File...

Random Input...

XY Plot Window Name

Random

Entity Type: node

Select Nodes

Res. Type: Accel.

Plot Scale: 6.6977e-006

Component: DOF 1

Plot Type: PSDF

Calc. RMS In Range

Start Freq

End Freq

Plot Options...

MSC/Random 2.1.2a

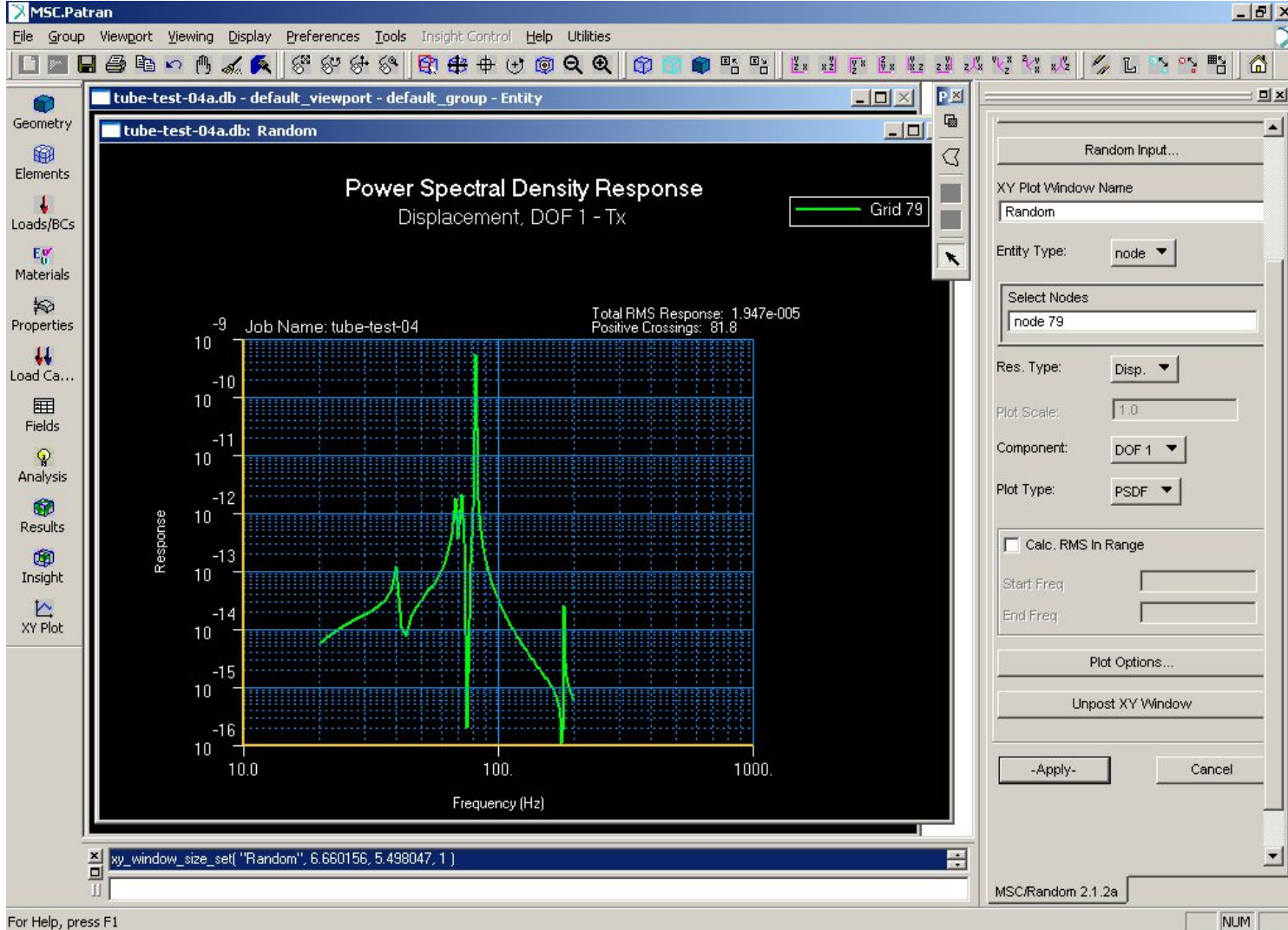
NUM

For Help, press F1

# *XY Plots*

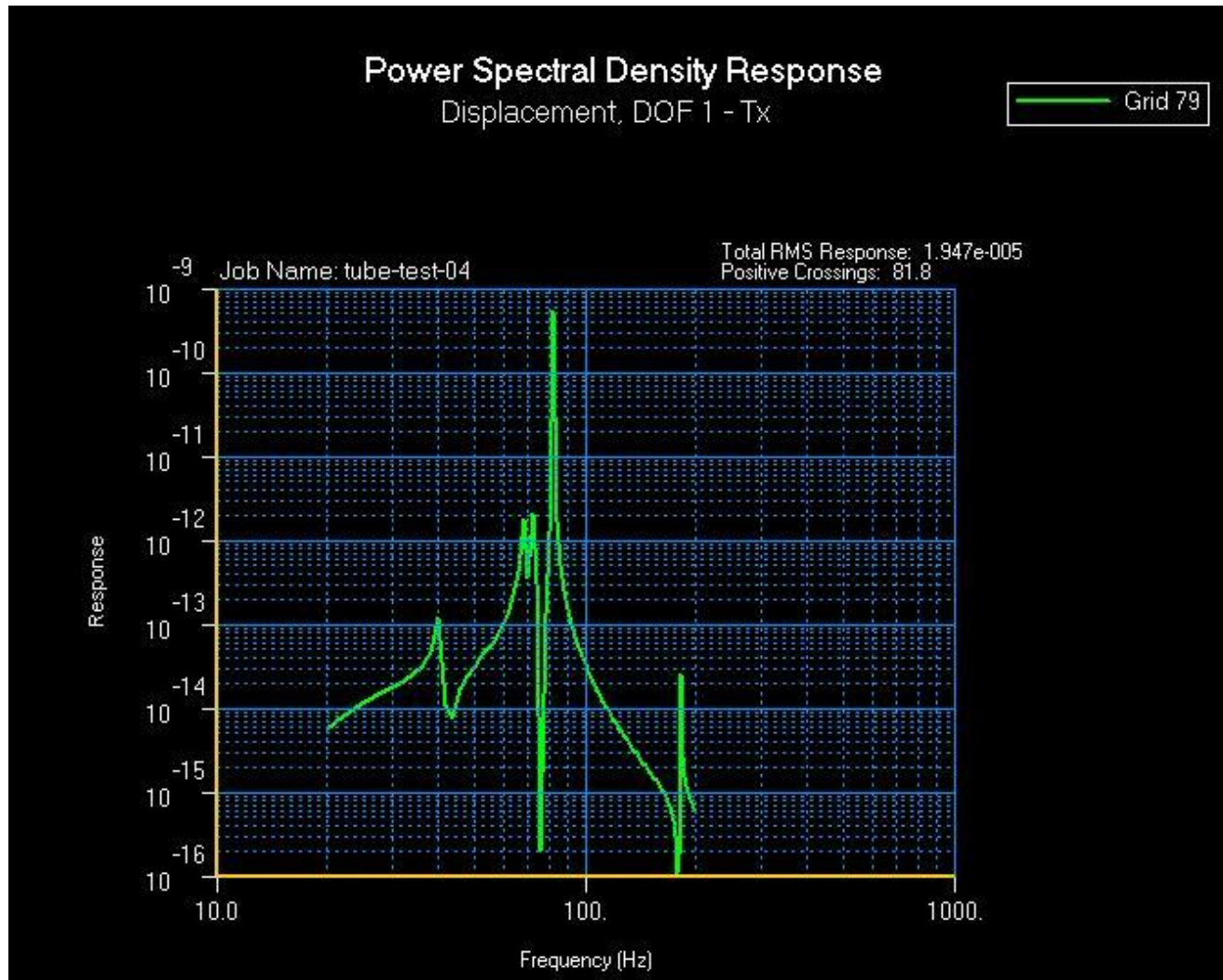
- ❑ Задать номер узла
- ❑ Выбрать интересующую характеристику (ускорение, скорость, перемещение, ...)
- ❑ Выбрать компоненту ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $\phi_x$ ,  $\phi_y$ ,  $\phi_z$ )
- ❑ Выбрать тип графика
  - PSDF – СП
  - CRMS – “кумулятивное” значение среднеквадратического значения “выходного” параметра
  - Auto Corr. – корреляционная функция
- ❑ Apply

# XY Plots





# XY Plots



# XY Plots

