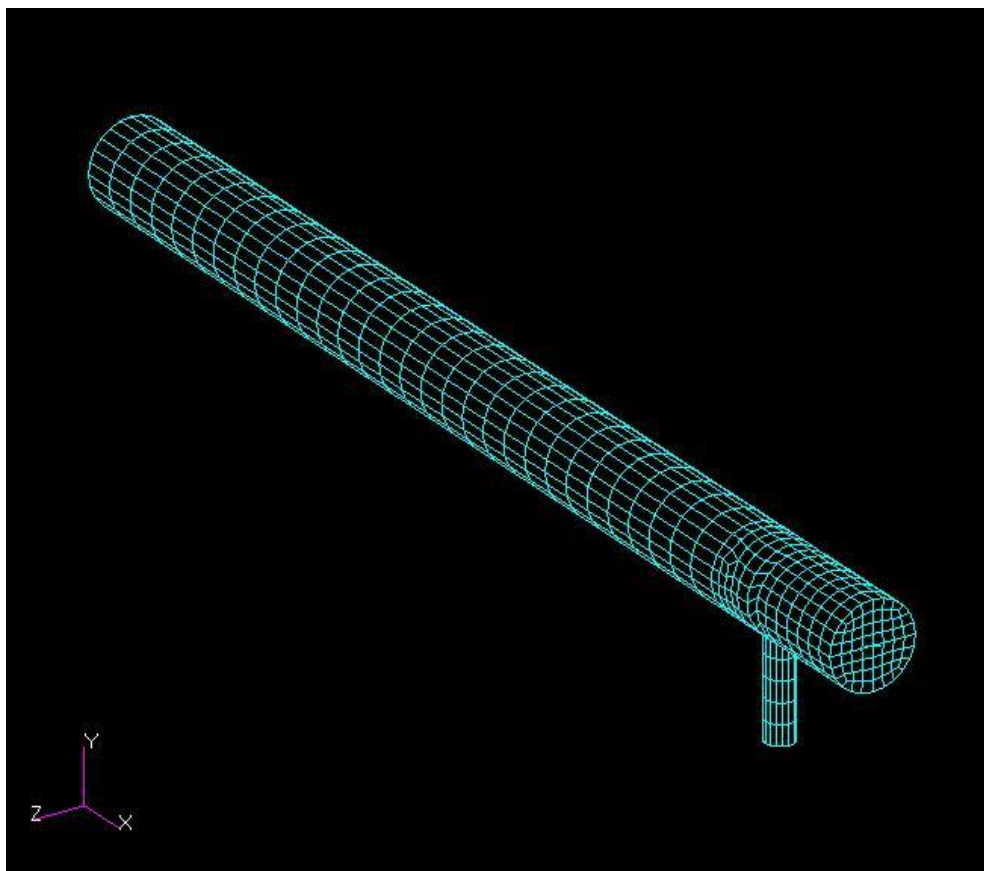


***Моделирование случайного  
кинематического воздействия на  
конструкцию с учётом  
преднагруженного состояния***

**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 .....

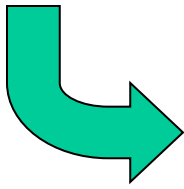
*Описание параметров преднагрузки*

PLOAD4 1 .....

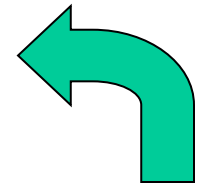
ENDDATA

# Результат влияния преднагрузки на собственные колебания

- 7-12 частоты собственных колебаний без преднагрузки



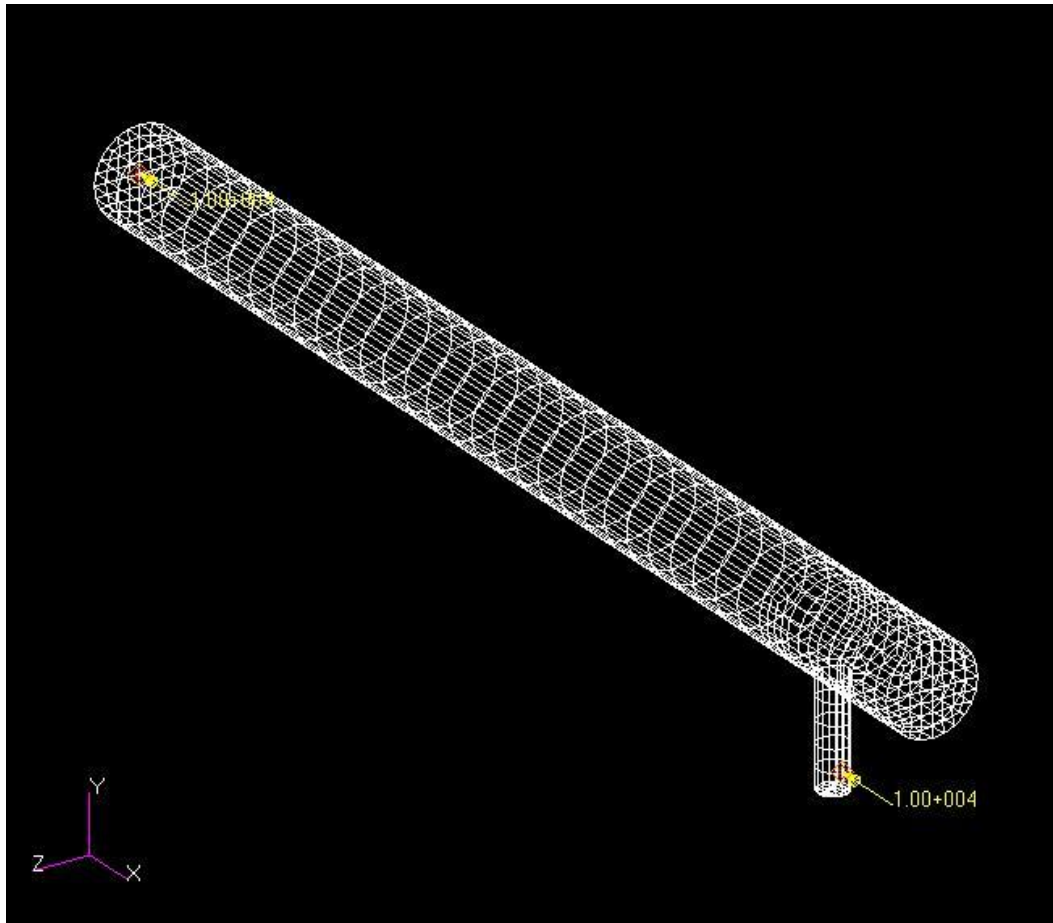
4.024501E+01	4.080841E+01
4.113594E+01	4.114142E+01
4.383533E+01	4.546114E+01
5.805606E+01	6.911430E+01
5.908952E+01	7.106975E+01
6.279641E+01	7.261095E+01



- 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

## □ Файл tube-test-04.dat

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

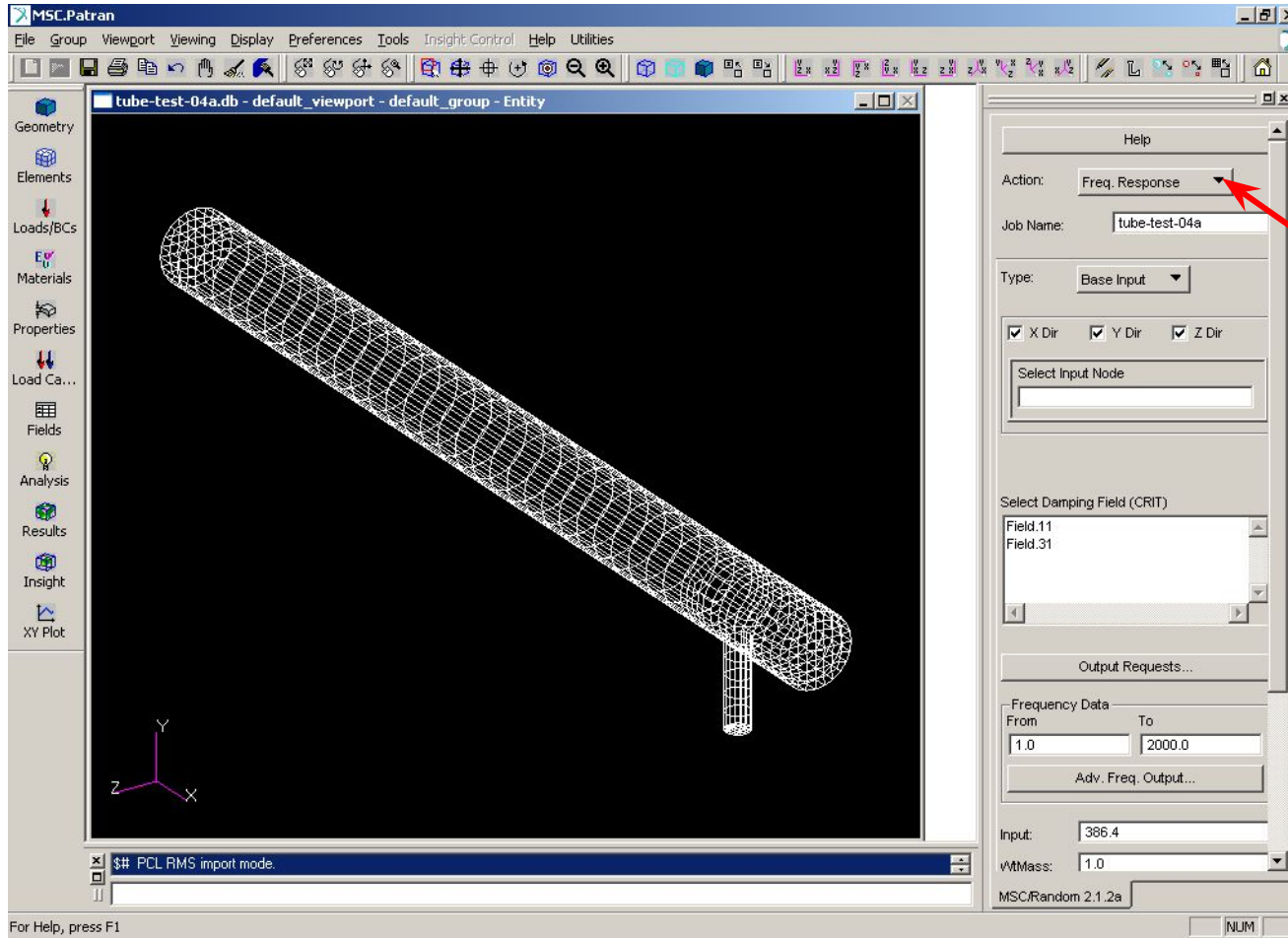
```
.....  
GRID .....  
LOAD 2 1. 1. 1  
PLOAD4 1 .....  
PLOAD4 1 .....  
$ Loads for Load Case : SC 2  
RLOAD2 1 22 11 0  
DAREA 22 79 1 1.0  
TABLED1 11  
+ 0. 1. 1.0E+6 1.0 ENDT  
FREQ1 101 20. 2. 90  
$ Loads for Load Case : SC 3  
RLOAD2 21 32 31 0  
DAREA 32 157 1 1.0  
TABLED1 31  
+ 0. 1. 1.0E+6 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 interface with the 'XY Plots' menu open. The main viewport shows a 3D wireframe model of a tube. The left sidebar contains a tree view with categories: Geometry, Elements, Loads/BCs, Materials, Properties, Load Ca..., Fields, Analysis, Results, Insight, and XY Plot. The 'XY Plots' menu is active, showing the following configuration:

- Help
- Action: XY Plots
- Job Name: tube-test-04
- Select XDB File...
- Random Input...
- XY Plot Window Name: Random
- Entity Type: node
- Select Nodes: [Empty text box]
- Res. Type: Accel.
- Plot Scale: 6.6977e-006
- Component: DOF 1
- Plot Type: PSDF
- Calc. RMS In Range
- Start Freq: [Empty text box]
- End Freq: [Empty text box]
- Plot Options...

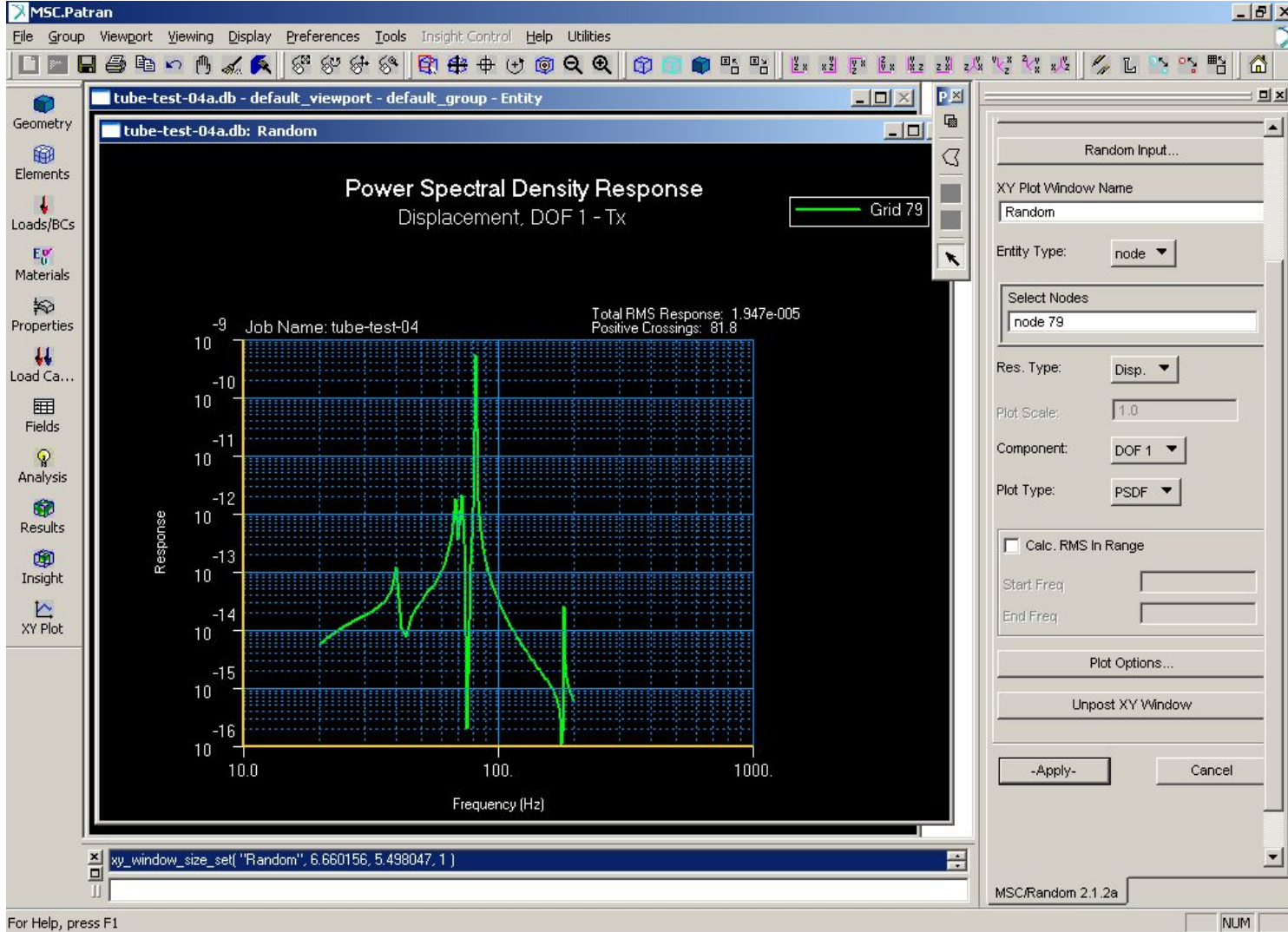
At the bottom of the window, a status bar displays '\$# Import Complete.' and a 'NUM' button is visible.

For Help, press F1

# *XY Plots*

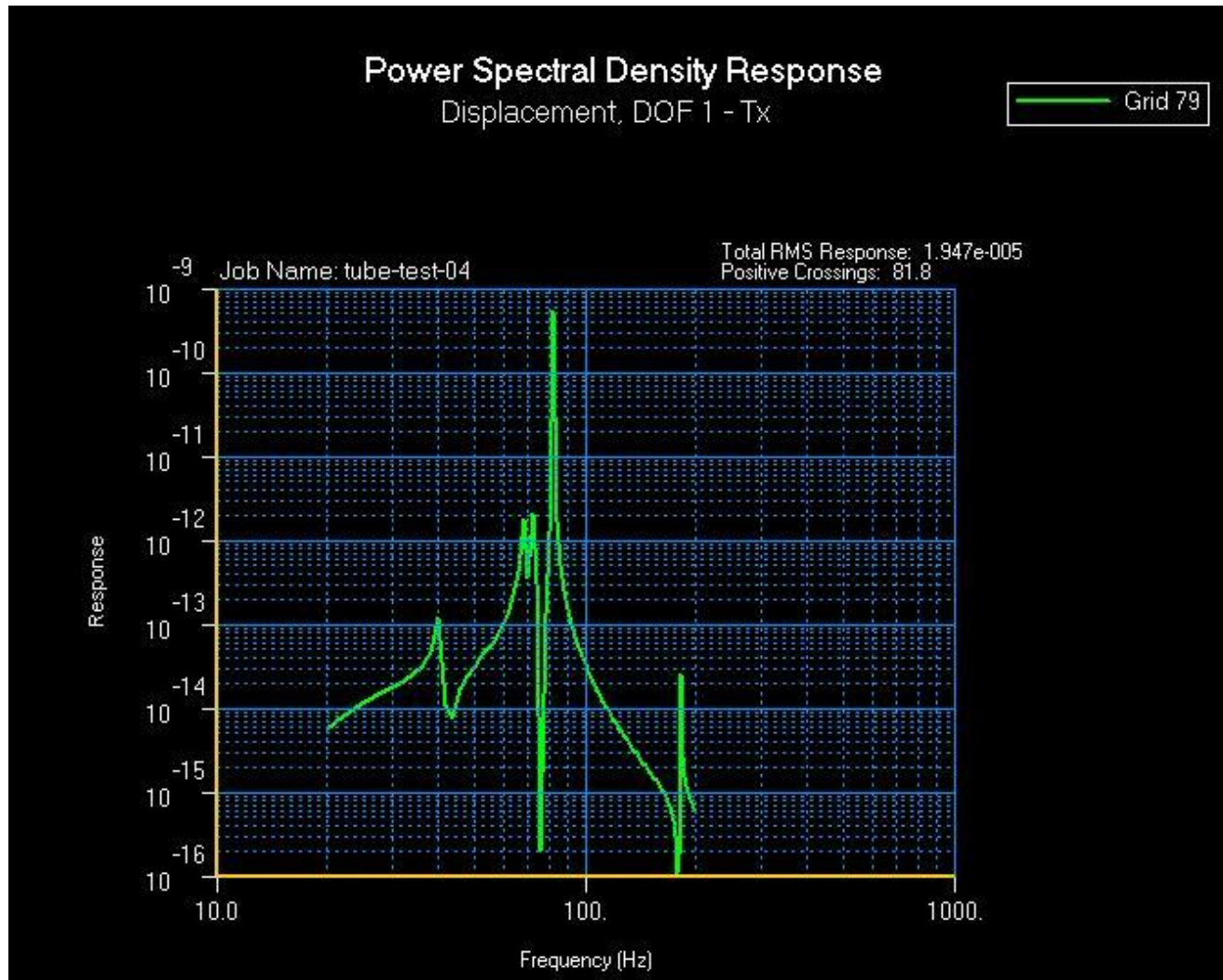
- ❑ Задать номер узла
- ❑ Выбрать интересующую характеристику (ускорение, скорость, перемещение, ...)
- ❑ Выбрать компоненту ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $\phi_x$ ,  $\phi_y$ ,  $\phi_z$ )
- ❑ Выбрать тип графика
  - PSDF – СП
  - CRMS – “кумулятивное” значение среднеквадратического значения “выходного” параметра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

# XY Plots





# XY Plots



# XY Plots

