РАЗДЕЛ 20

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКОЙ

МОТИВАЦИЯ

- Около 50% всех задач усталости материалов в автомобильной промышленности связаны с анализом точечной сварки
- Стоимость работ связанных только с одной точечной сваркой на автоматизированной промышленной линии может превышать $30,000
- Внесение поздних доработок может привести к удорожанию этих работ вдвое
- Независимо от вида конструкции, качество выполнения точечной сварки напрямую влияет на качество всей конструкции

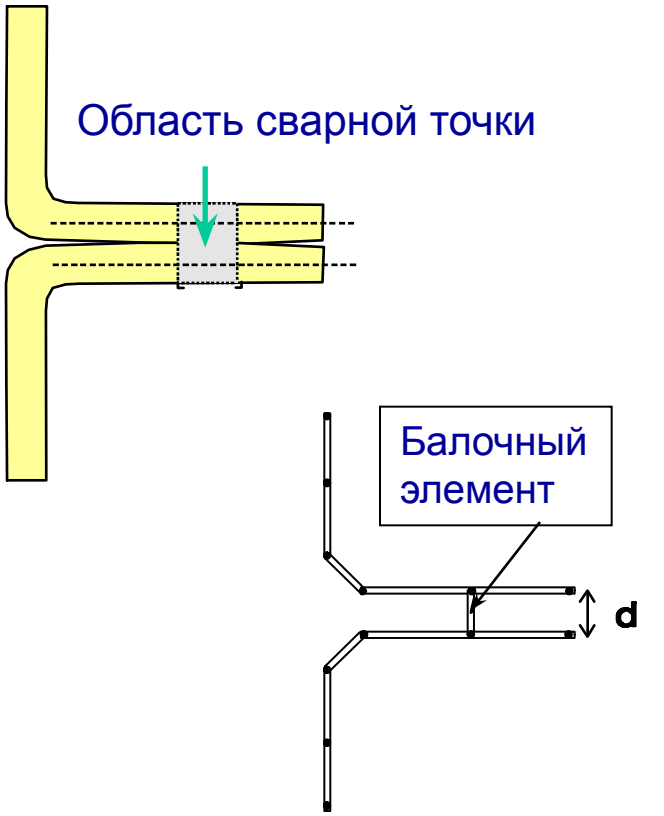
СЛОЖИВШАЯСЯ ПРАКТИКА

- Все больше растет необходимость в автомобильной промышленности уменьшения затрат времени на разработку новых изделий. Уменьшение числа прототипов означает необходимость применения в большем объеме систем инженерного анализа.
- Сегодня не существует универсальных инструментов для прогнозирования долговечности точечной сварки
- Решение о количестве сварных точек, их расположении и размере обычно принимается на основе:
  - Решения проектирующего инженера, которое он принимает, исходя из уровня напряжений и опыта (сварные точки часто вообще не моделируются)
  - Решения технолога, которое он принимает из соображений существующей технологической базы и экономических критериев

МЕТОД НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

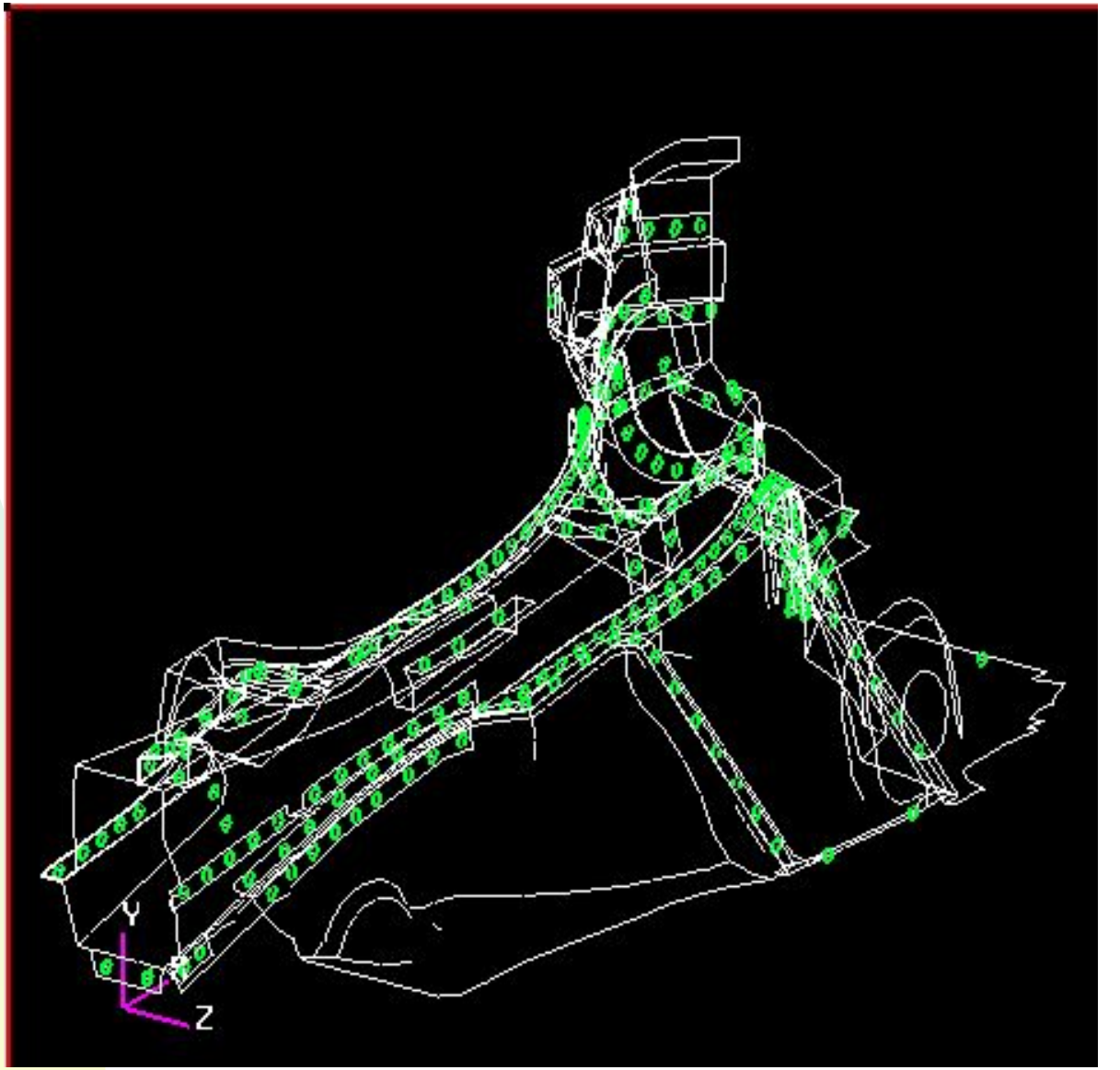
(Rupp - Storzel - Grubisic)

- Для моделирования сварных точек при помощи жестких балок достаточна грубая КЭ сетка
- Балки используются для определения передаваемых сил и моментов и через место сварки
- Усилия и моменты используются для расчета «структурных напряжений»
- Долговечность расчитывается на основе применения правила Майнера
- Метод в общем случае применим для применения в анализе сложного многоосного нагружения



MSC SOFTWARE
SIMULATING REALITY

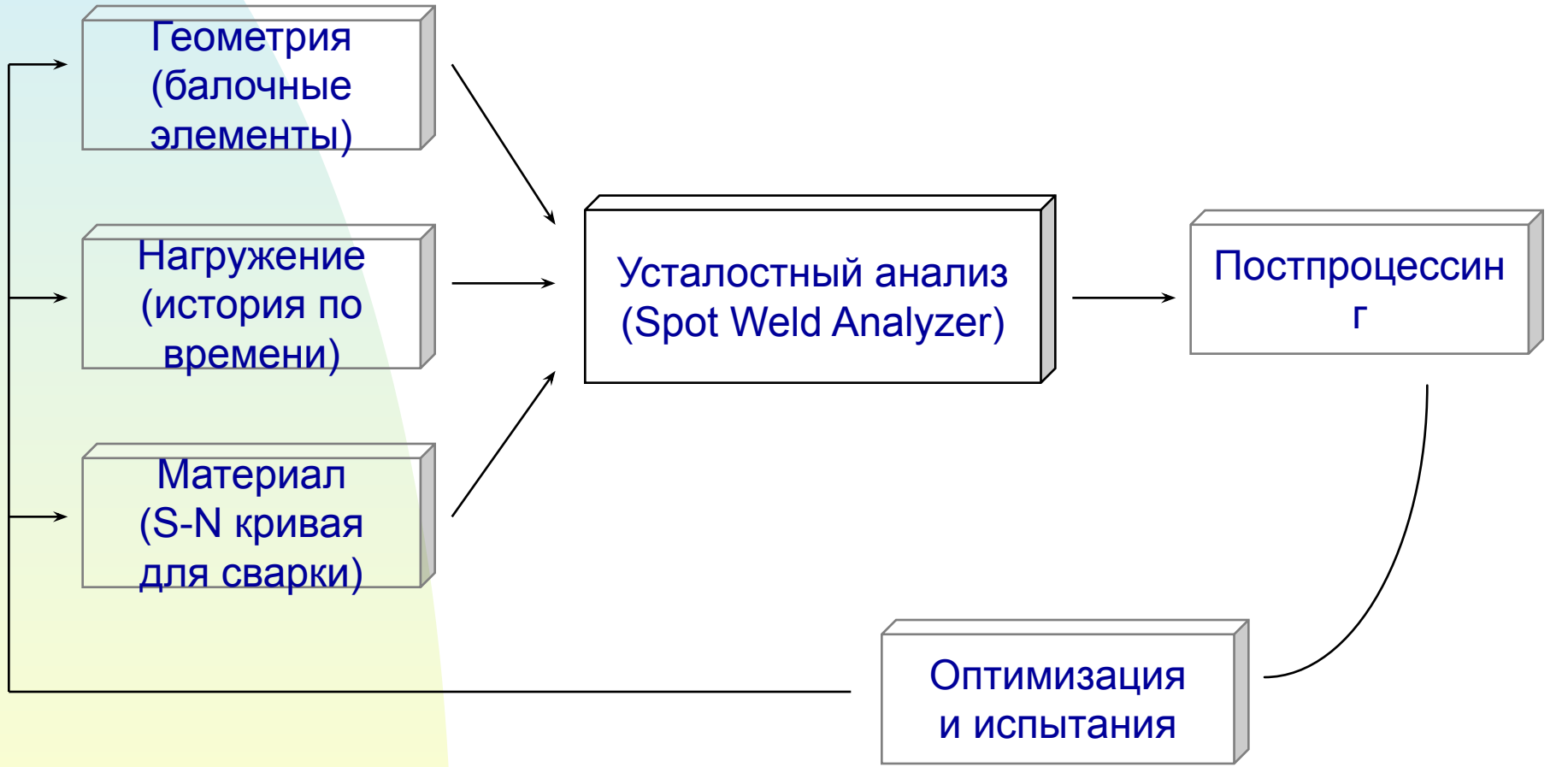
АВТОМОБИЛЬНАЯ ДЕТАЛЬ СО СВАРНЫМИ ТОЧКАМИ



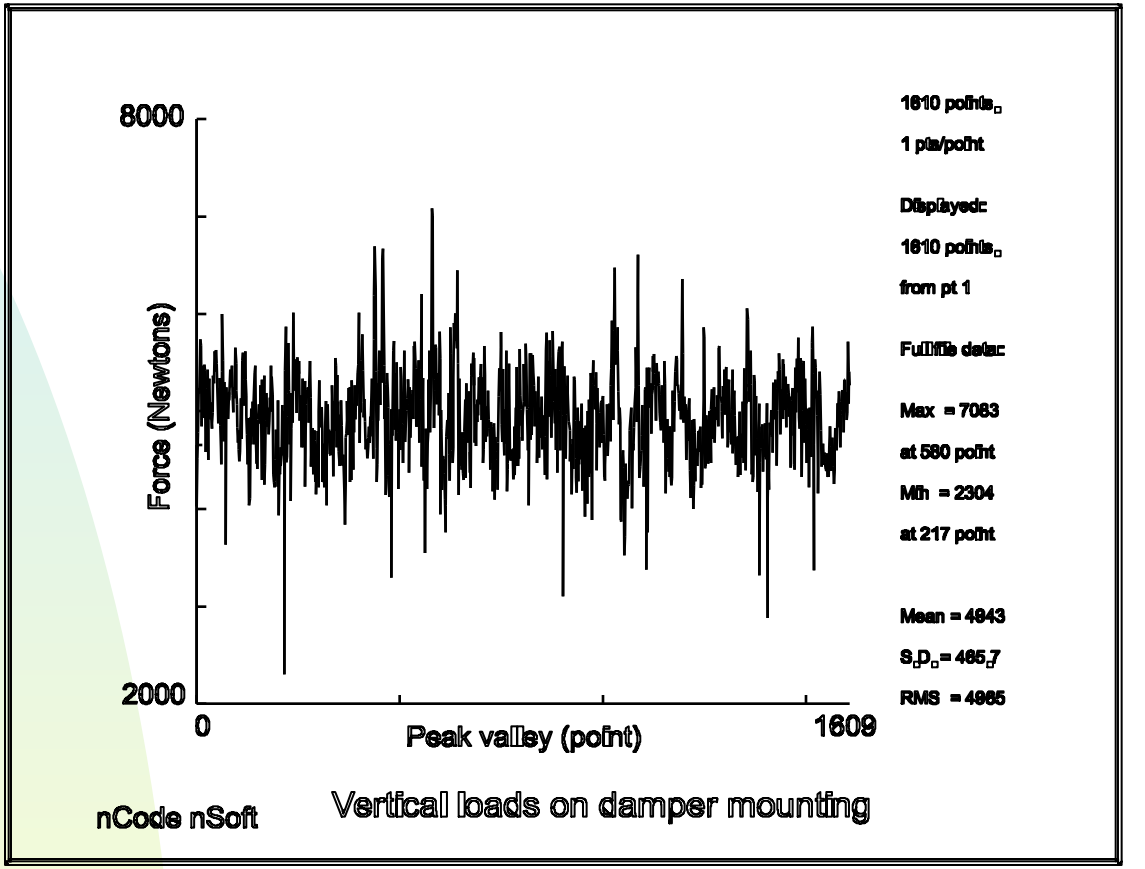
MSC SOFTWARE
SIMULATING REALITY

КАК МОДЕЛИРОВАТЬ ТОЧЕЧНУЮ СВАРКУ?

Блок-схема (5 блоков)

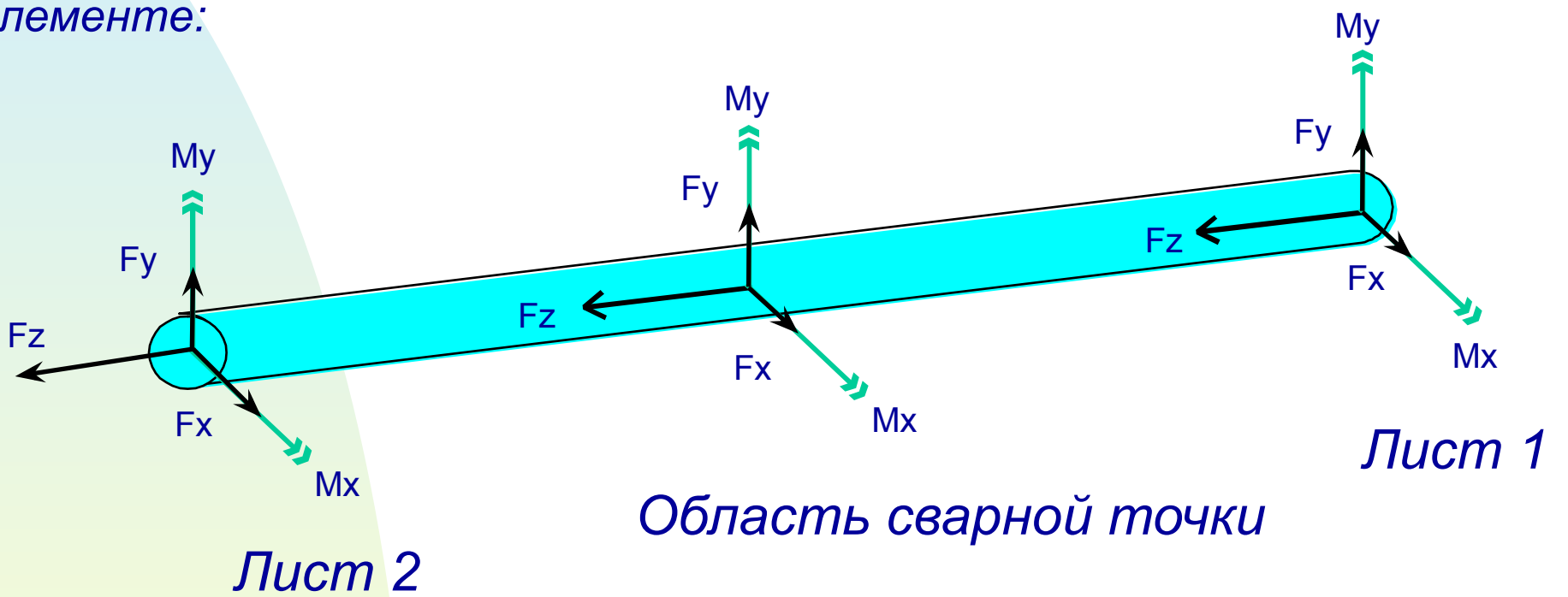


ИСТОРИЯ НАГРУЖЕНИЯ



РАСЧЕТ СТРУКТУРНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Структурные напряжения вычисляются на основе сил и моментов в каждом балочном элементе:



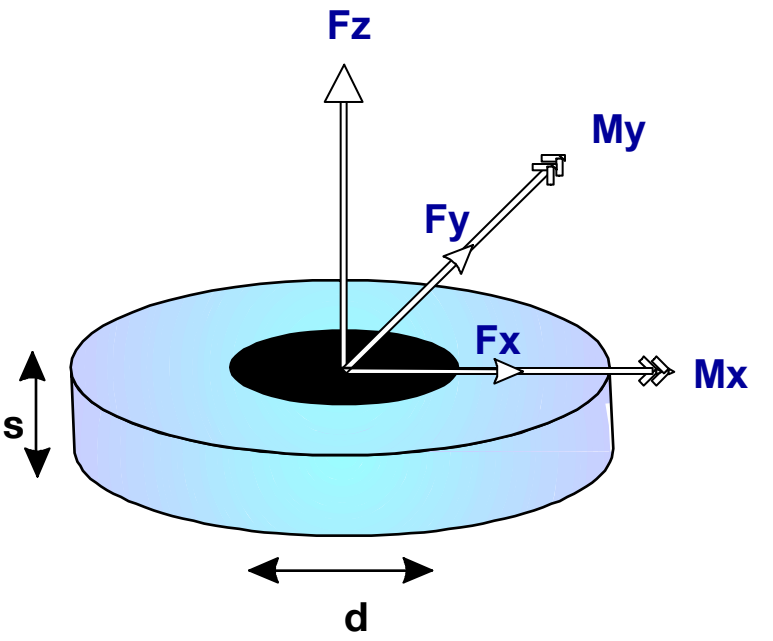
РАСЧЕТ СТРУКТУРНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Напряжения в листе :

$$\sigma_{r,\max} = \frac{F_{x,y}}{\pi\, ds}$$

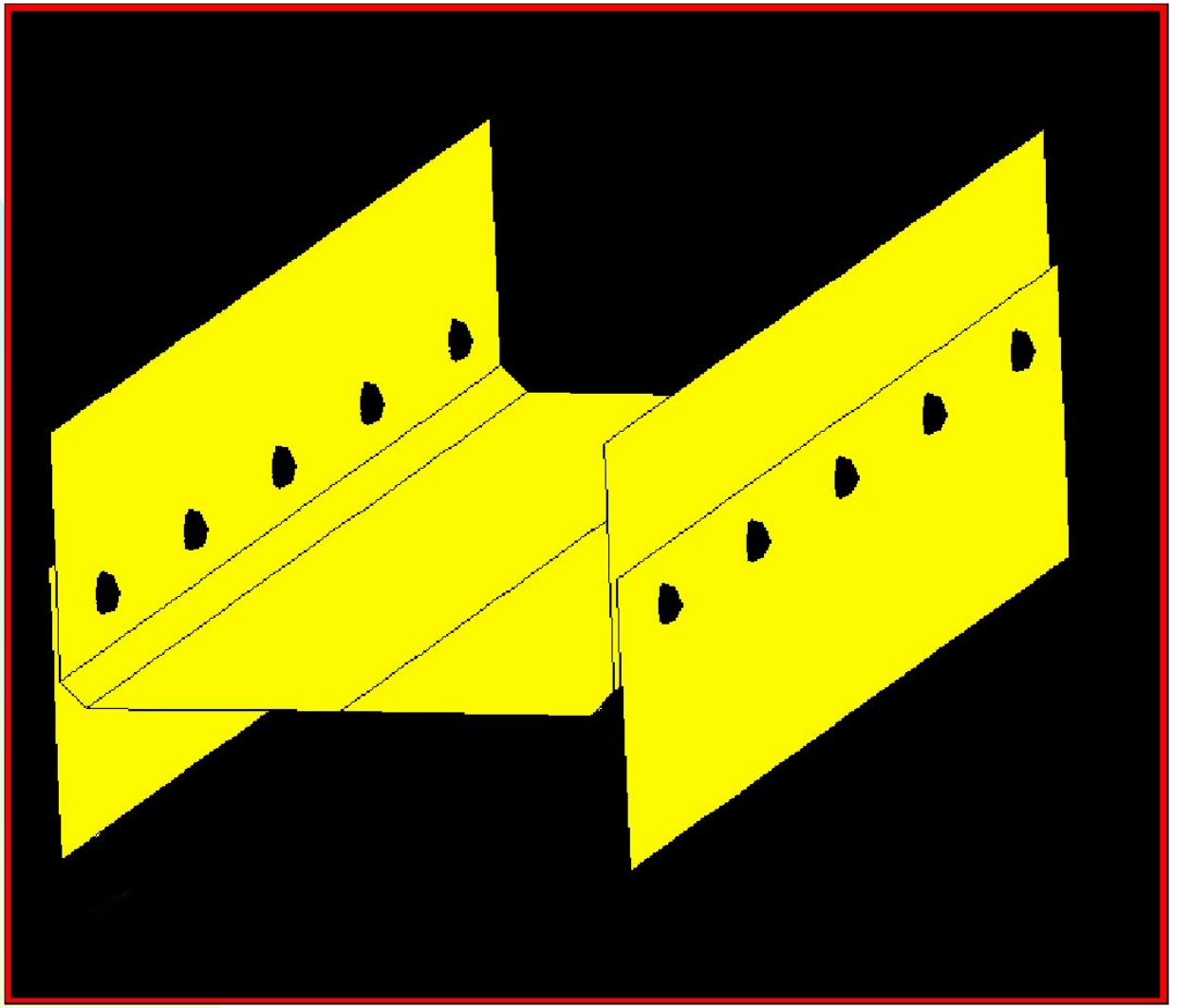
$$\sigma_{r} = 1.744 \frac{F_z}{s^2}$$

$$\sigma_{r,\max} = 1.872 \frac{M_{x,y}}{ds^2}$$

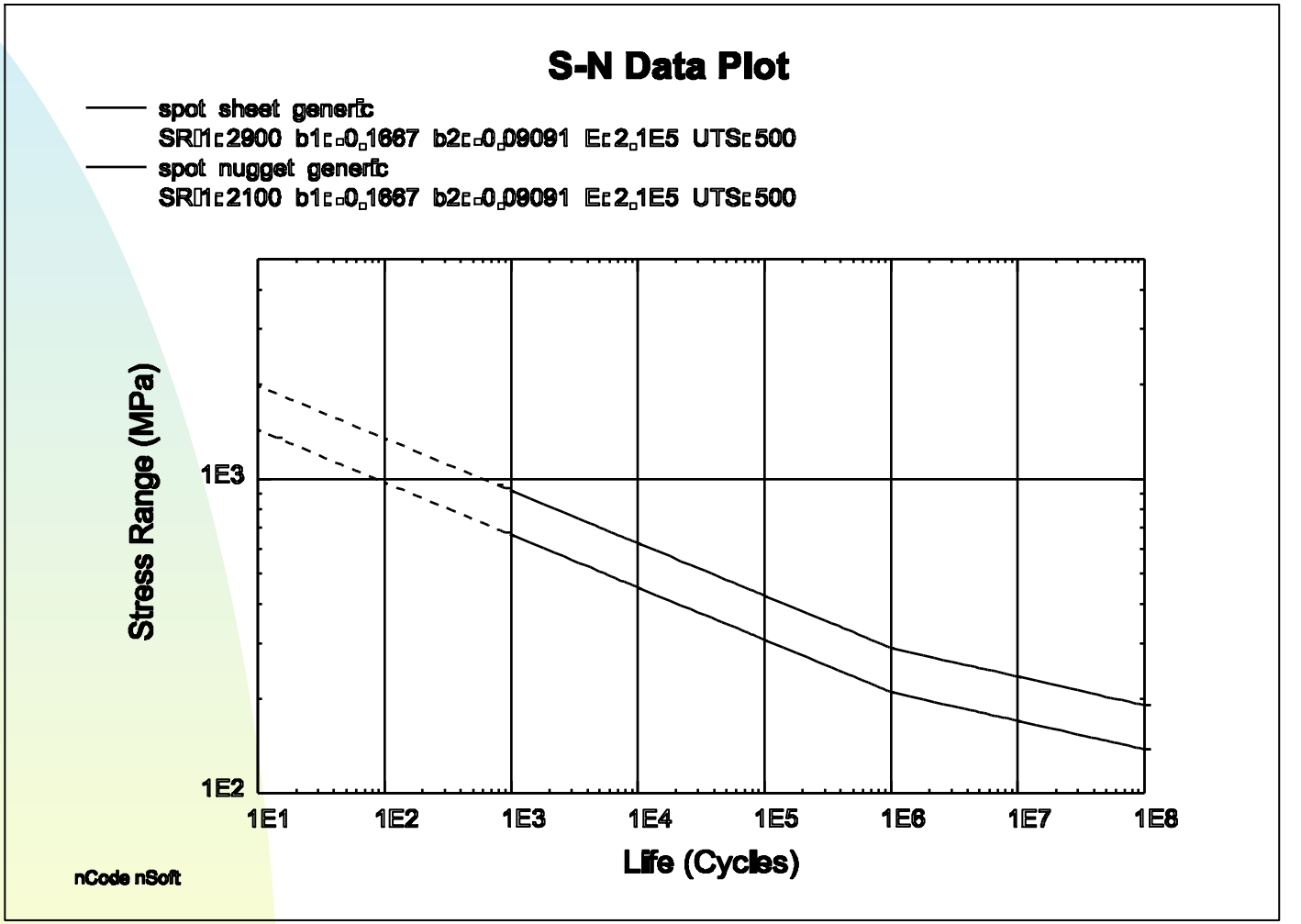


- Аналогчиные уравнения для напряжений в сварной точке
- Применяемые коэффициенты корректируют размерный фактор

ТИПИЧНЫЙ ОБРАЗЕЦ ДЛЯ УСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ



ТИПИЧНЫЕ КРИВЫЕ УСТАЛОСТИ (S-N КРИВЫЕ)



ПРОЦЕДУРА ПОДСЧЕТА ПОВРЕЖДАЕМОСТИ

- Напряжения и усталостные повреждения расчитываются вокруг каждой сварной точки с интервалом 10 градусов как для самой сварной точки для и для соединяемых деталей
- Изменение напряжений в точке считается так:

$$\sigma(t) = \sum \frac{\sigma_k}{P_k} P_k(t)$$

где k = номер расчетного случая статического, или переходного процесса.

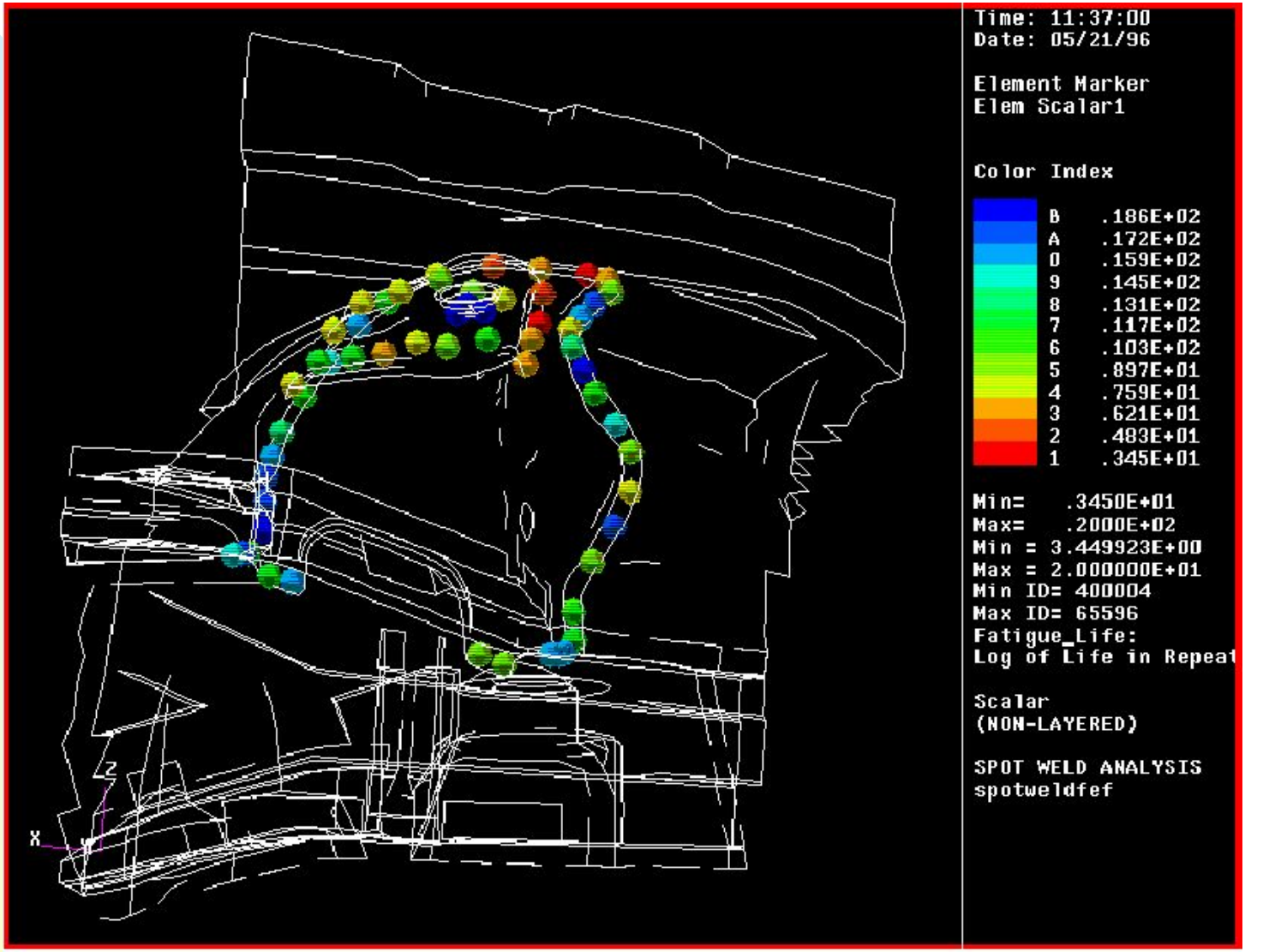
- Долговечность вычисляется при помощи линейного суммирования повреждаемости (правила Майнера)

MSC SOFTWARE
SIMULATING REALITY

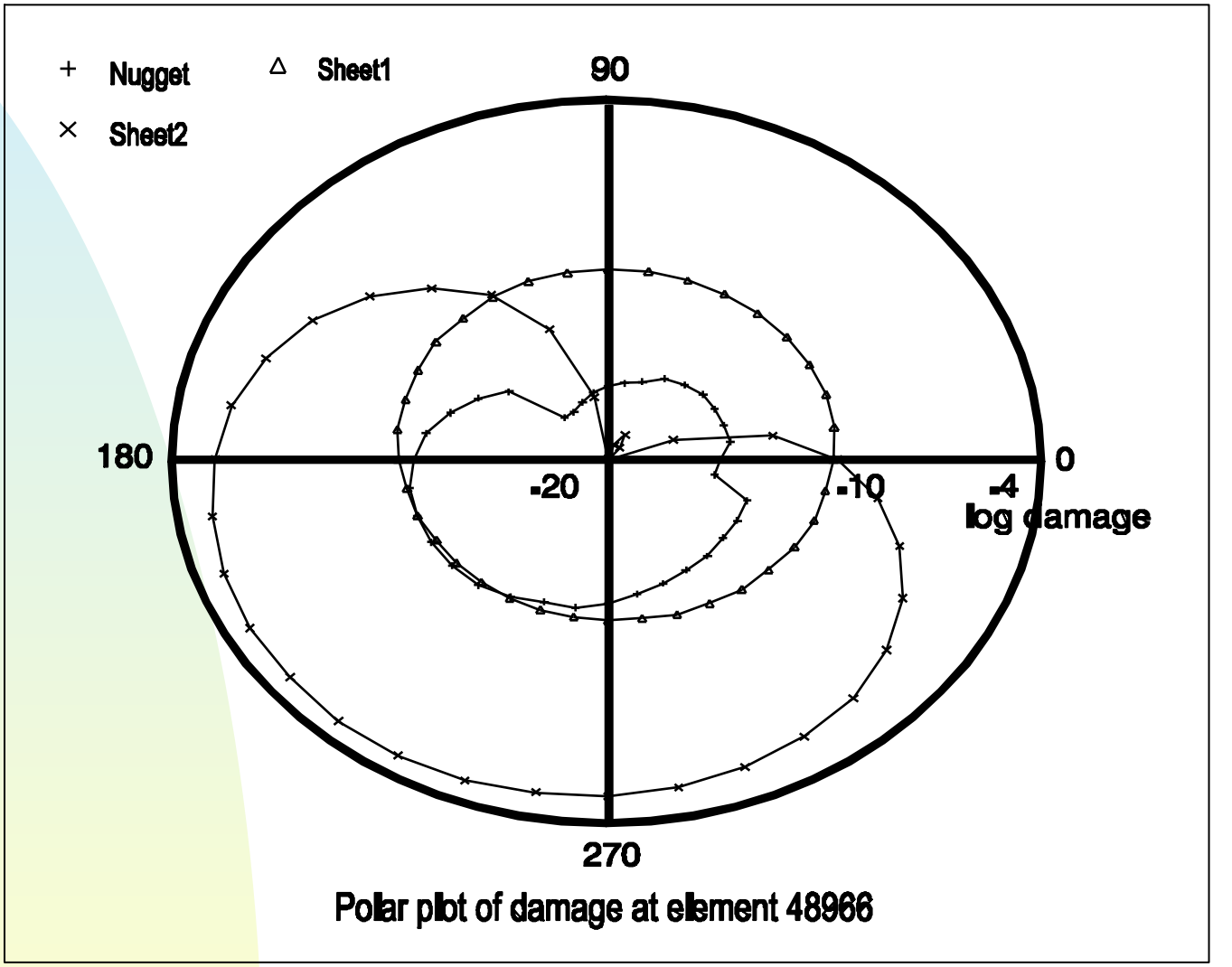
ОПЦИИ ПОСТПРОЦЕССИНГА РЕЗУЛЬТАТОВ

- Листинг файлов результатов: долговечность, повреждаемость, расположение трещины и т.д.
- Использование средств MSC.Patran (Insight)
- Полярные графики повреждаемости
- Возможность проведения оптимищации

РЕЗУЛЬТАТ УСТАЛОСТНОГО АНАЛИЗА



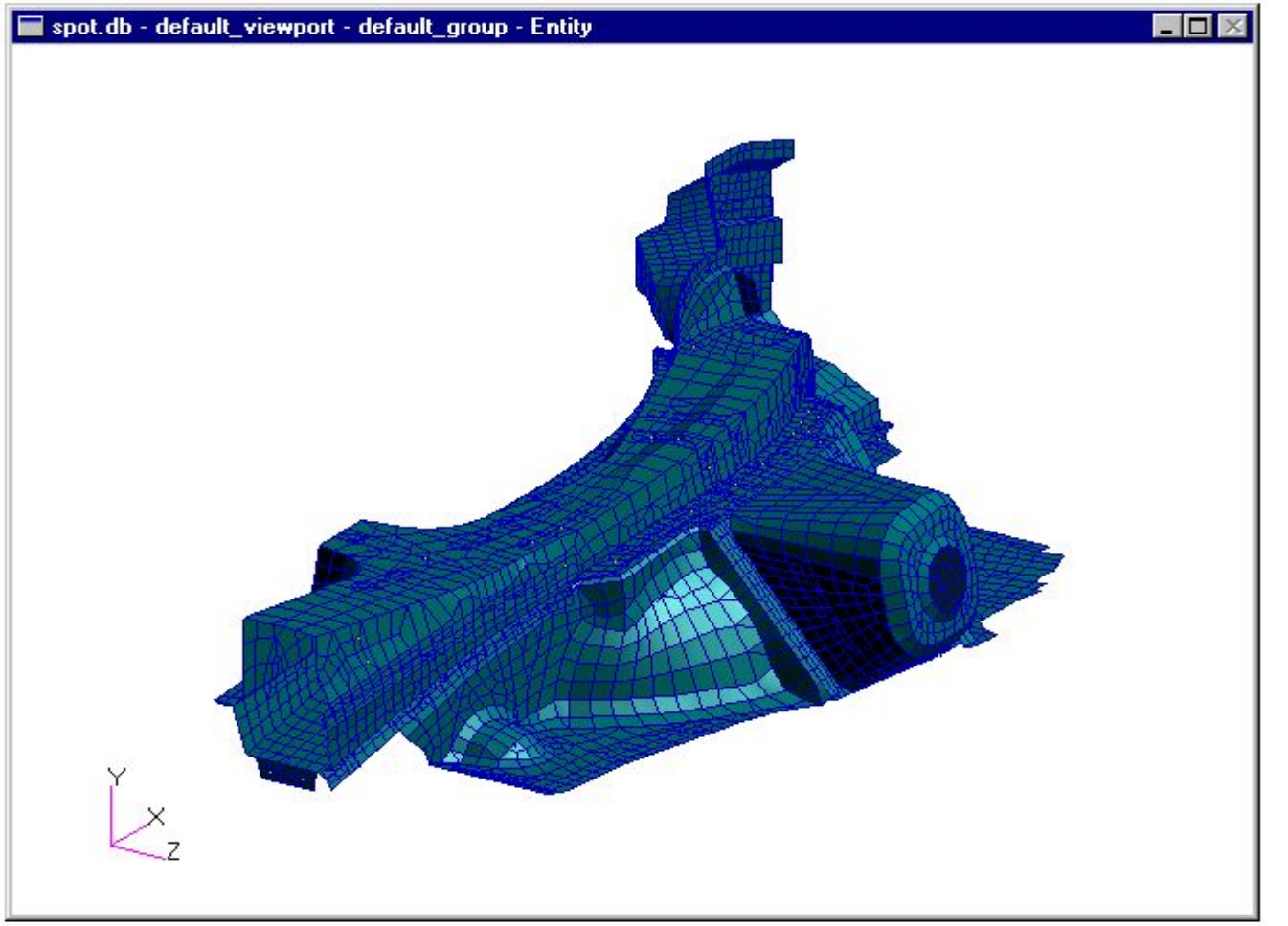
ПОЛЯРНЫЙ ГРАФИК ПОВРЕЖДАЕМОСТИ



ПРИМЕР: АНАЛИЗ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ

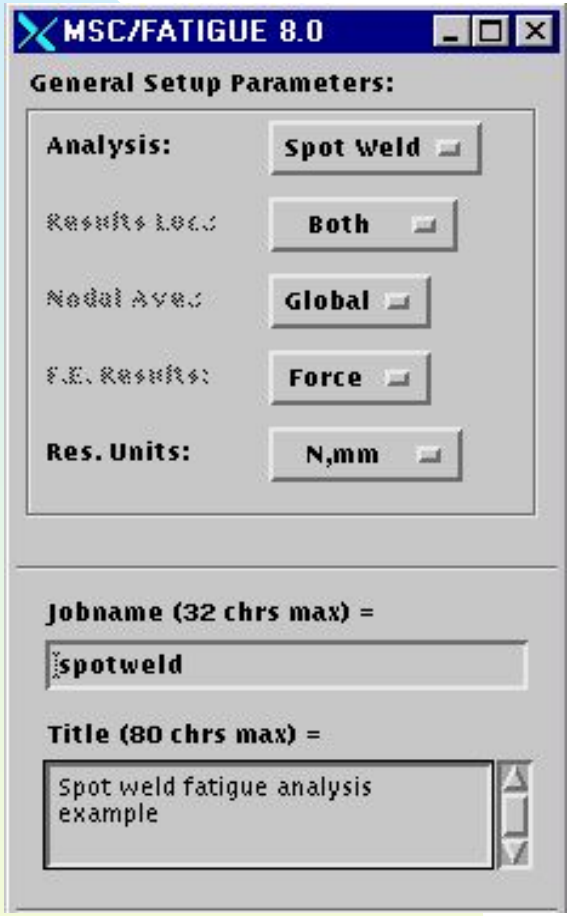
Проведите анализ сварных точек.

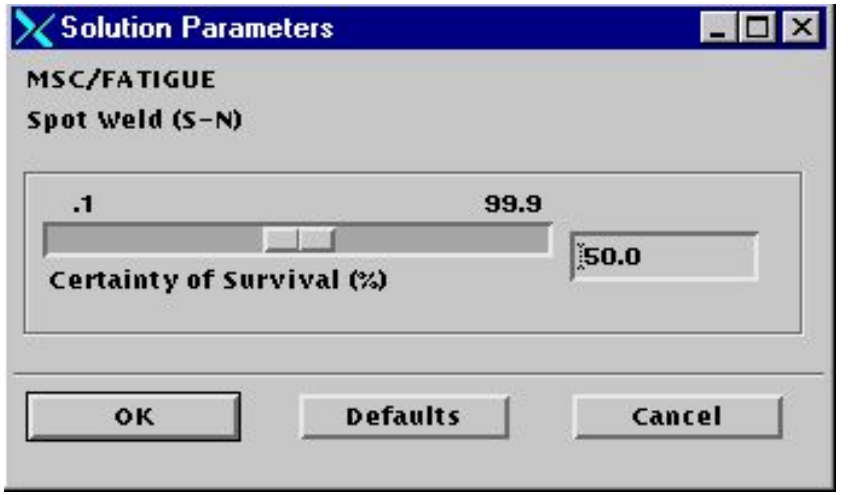
На входе – несколько историй нагружения.



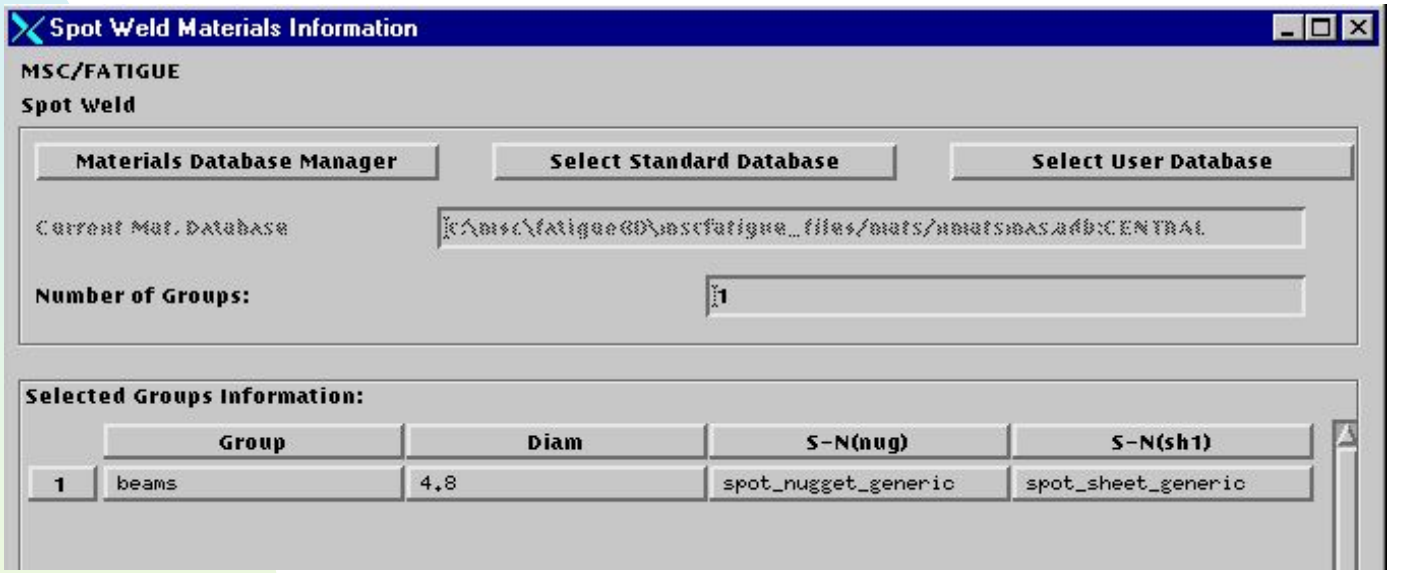
MSC SOFTWARE
SIMULATING REALITY

УСТАНОВКА ПАРАМЕТРОВ РЕШЕНИЯ

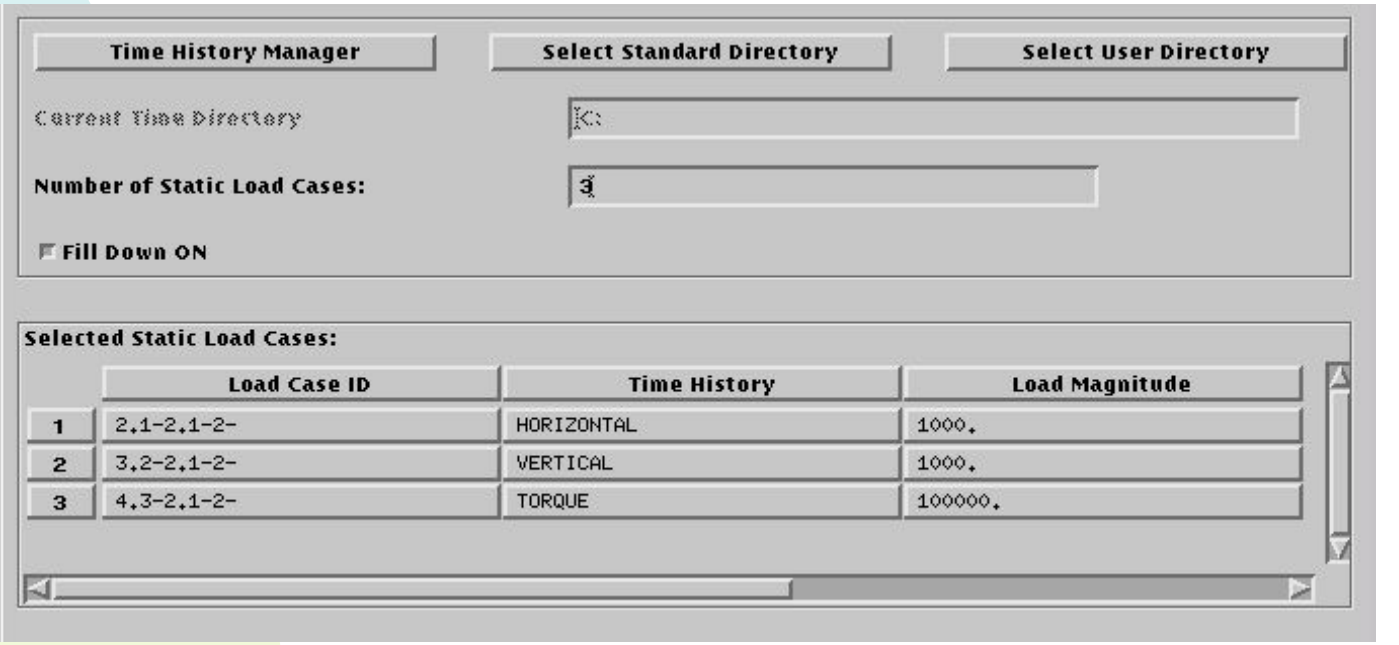


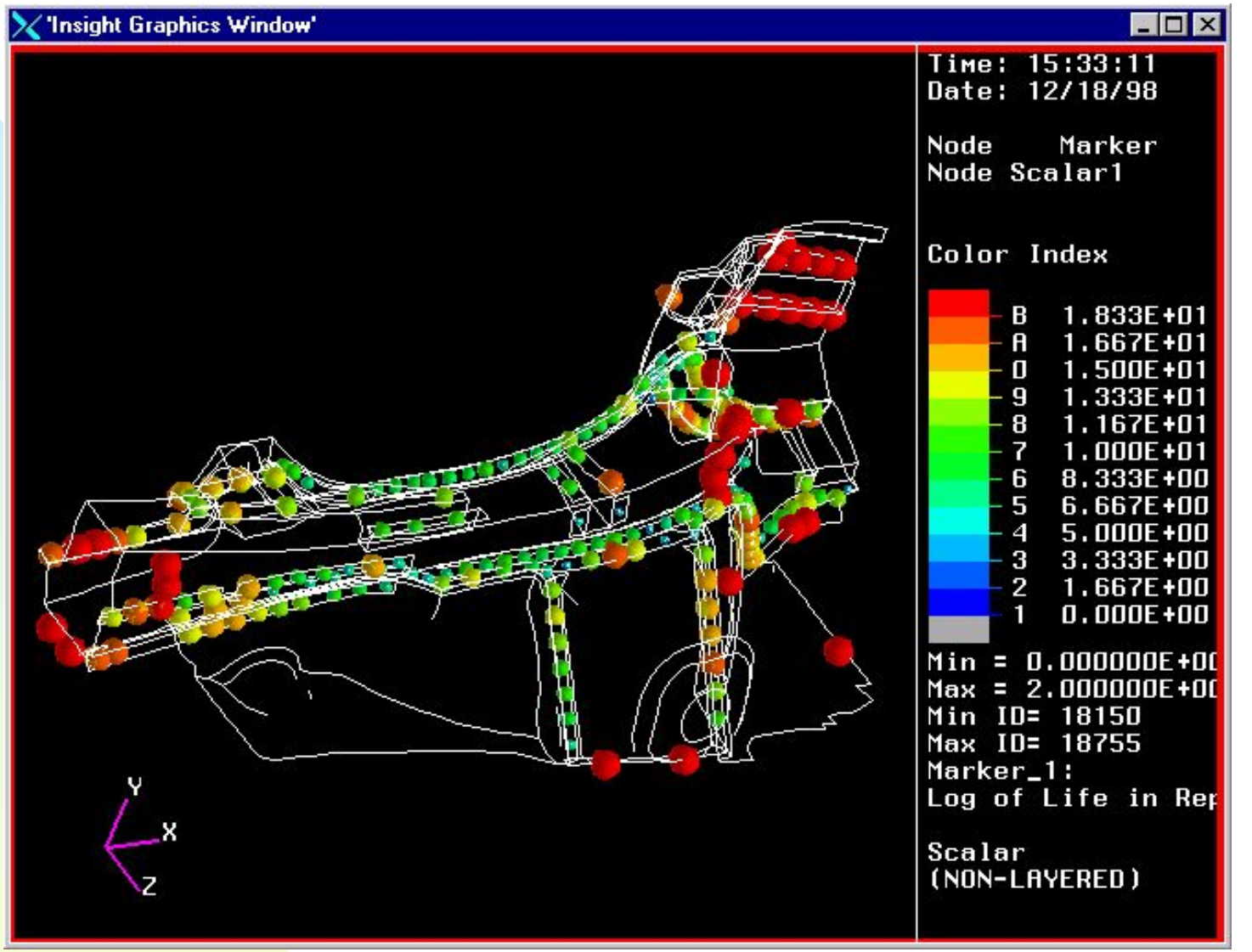


ВВОД ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛА



ВВОД ИНФОРМАЦИИ О НАГРУЖЕНИИ




'Insight Graphics Window'
Time: 15:33:11
Date: 12/18/98
Node Marker
Node Scalar1
Color Index
B 1.833E+01
A 1.667E+01
0 1.500E+01
9 1.333E+01
8 1.167E+01
7 1.000E+01
6 8.333E+00
5 6.667E+00
4 5.000E+00
3 3.333E+00
2 1.667E+00
1 0.000E+00
Min = 0.000000E+0
Max = 2.000000E+0
Min ID= 18150
Max ID= 18755
Marker_1:
Log of Life in Re
Scalar
(NON-LAYERED)
Y
X
Z

УПРАЖНЕНИЕ

- Выполните упражнение из главы 12 книги Quick Start Guide -“A Spot Weld Analysis”
- Еслти что-либо не понятно – не стесняйтесь спрашивать.