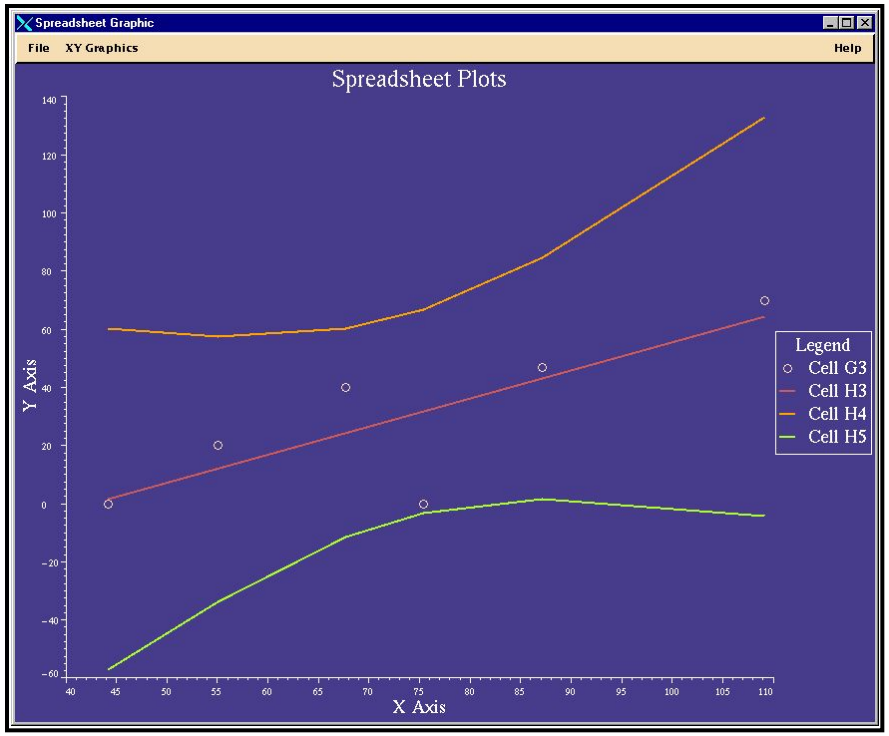
# УПРЖНЕНИЕ 5

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ



## Описание задачи

- В этом упражнении вы будете использовать электронные таблицы для исследования усталостных свойств титанового сплава (количество циклов до разрушения).
- Кроме того вы научитесь пользоваться некоторыми полезными инструментами, доступными при работе с электронными таблицами.

- **Предлагаемые шаги решения**

1. Используйте электронные таблицы для доступа к информации в банке данных.
2. Интерполируйте данные по кривым.
3. Пересчитайте и постройте новый график (подробнее – см. далее.)

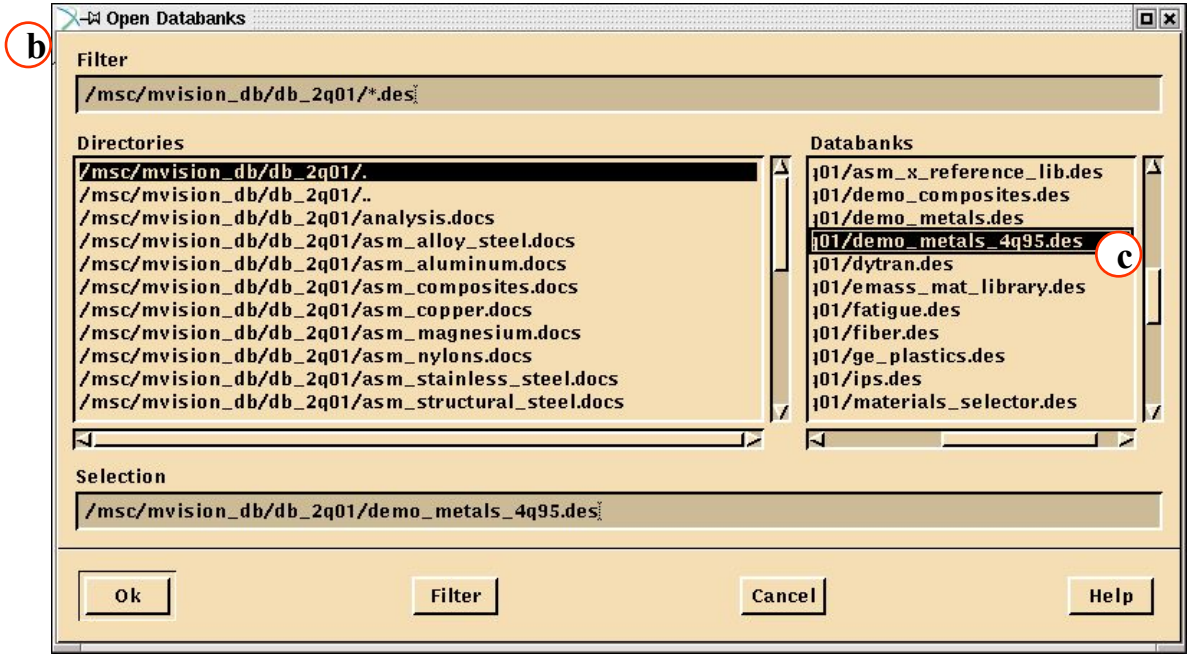
# Шаг 1. Пример данных

Открываем банк данных

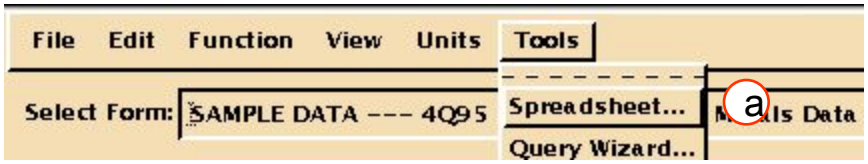
a. Стартуем MSC.Mvision, набрав в текстовой строке mvbuild.

b. **File => Open Databank…**

c. Выберите **demo_metals_4Q95.def (Demo Metals Data Based on Mil5-Long Form)**.

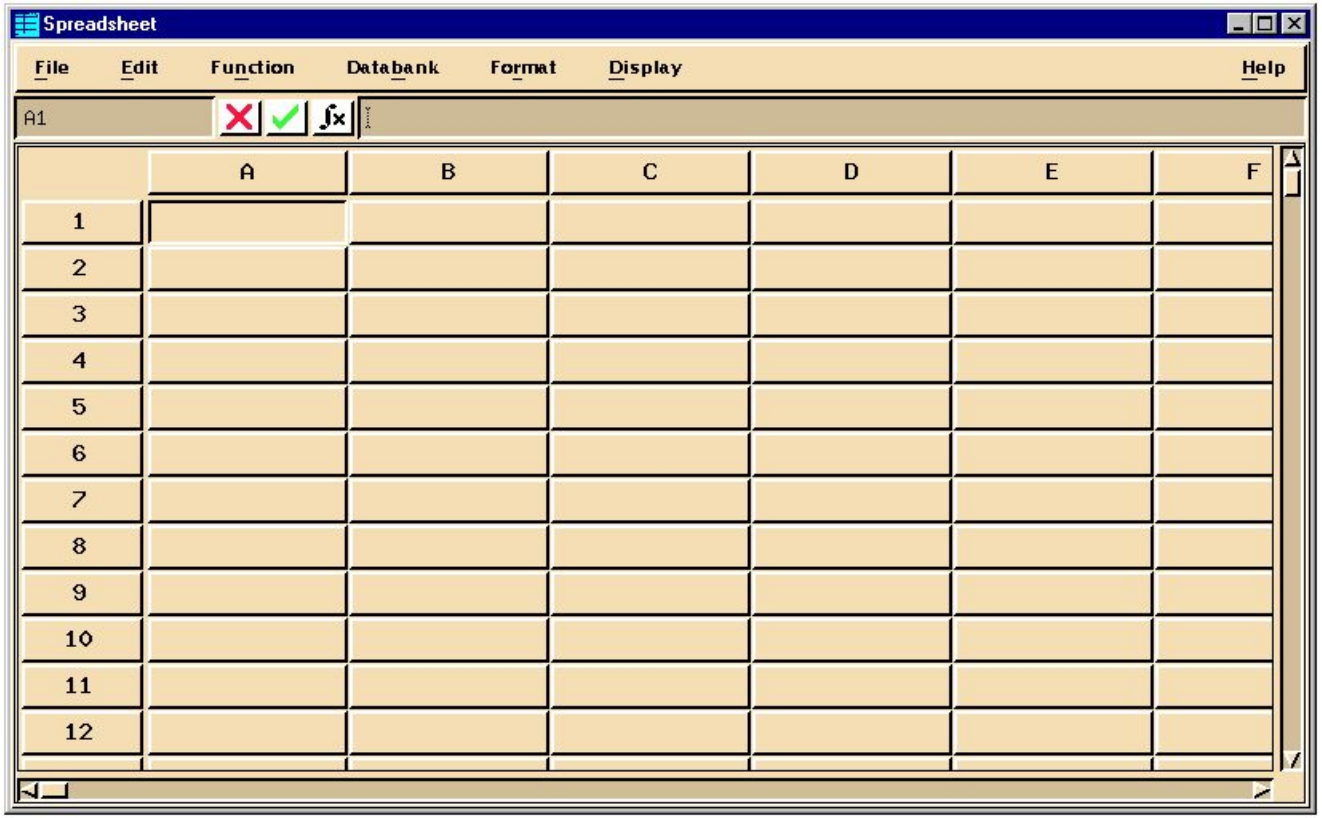


# Шаг 2. Materials Browser Tools: Spreadsheet




Откройте таблицы

a. Выберите в меню браузера **Tools/Spreadsheet**. Появится таблица

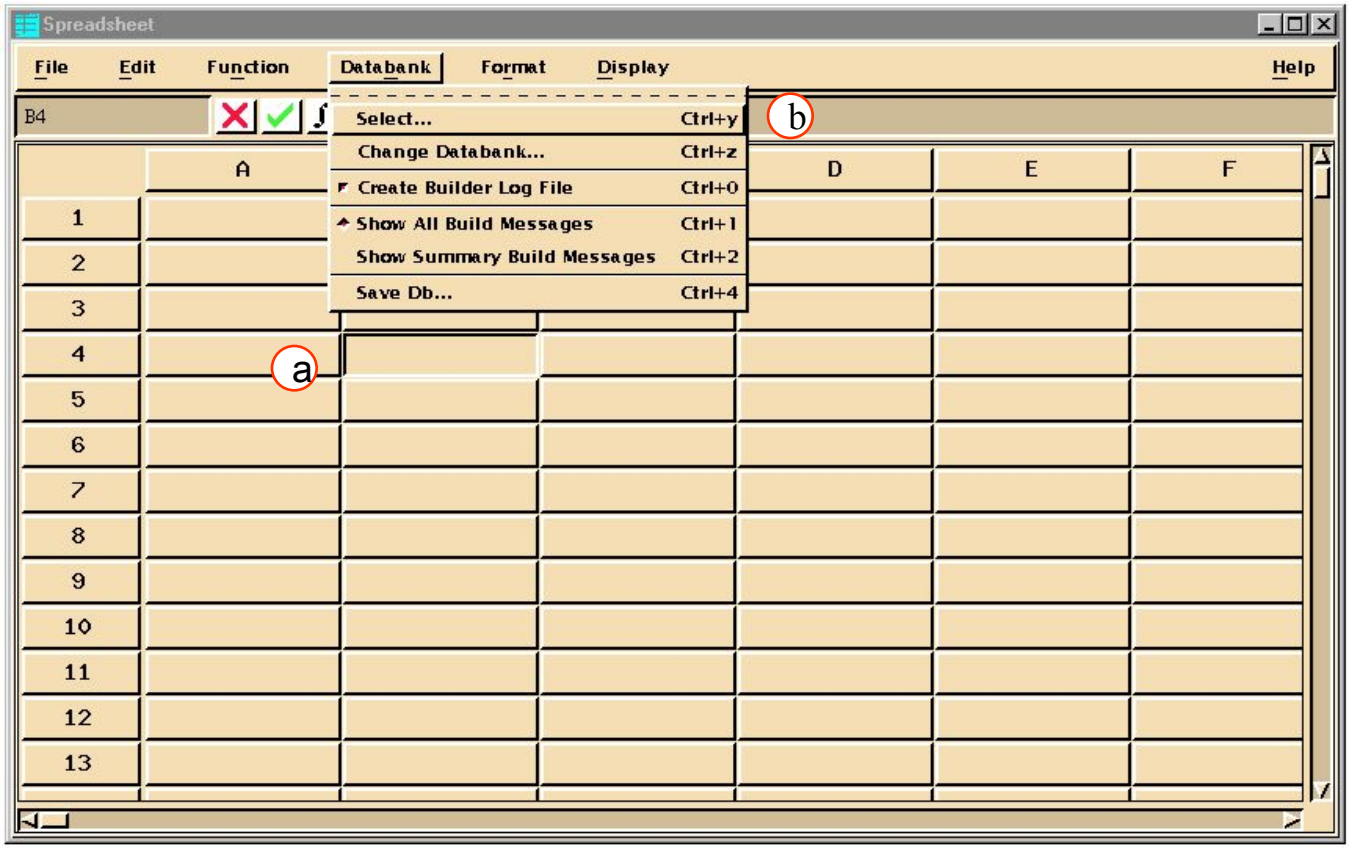


# Шаг 3. Spreadsheet Databank: Select

Теперь из банка данных выберите материал. Для этого сначала надо выбрать ячейку, куда будут положены свойства.

a. Выберите ячейку **B4**.

b. Откройте окно **Databank/Select**.



# Шаг 3. Spreadsheet Databank: Select (продолжение)

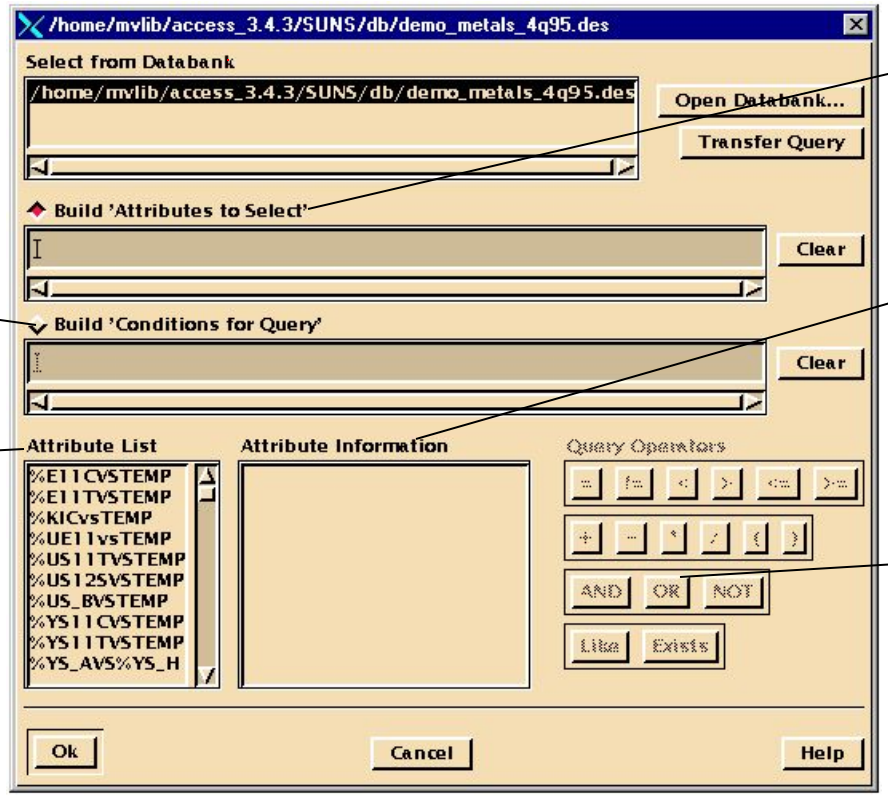
Список атрибутов, которые появятся в таблице

Условия поиска для банка данных

Описание атрибута

Список, из которого берутся атрибуты

Список операторов используемых для определения условий поиска




Операция выбора содержит две составляющие: **Attribute List** и **Query Condition**. **Attribute List** – список атрибутов – содержит информацию о материале выбранном из банка данных; отображается в качестве заголовка колонн в таблице. **Query Condition** – критерий, по которому осуществляется выбор материала из банка данных.

# Шаг 3. Spreadsheet Databank: Select (продолжение)

Любой материал, соответствующий условию будет представлен в таблице в отдельной строке. Список атрибутов расположен в верхней строке таблицы и служит в качестве заголовка всех колонок. Каждый материал образует строку, ячейки которой содержат информацию в соответствии с атрибутом колонки. Пример результата запроса вы можете увидеть на картинке ниже.

**Условия поиска**

**Выбранные атрибуты**

**Материалы**

File Edit Function Database Format Display Help

B4 SIG11vsN EX AND MSTRESS EX AND CNAME LIKE '*Ti*'

| | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | SIG11vsN EX AND MSTRESS EX AND CNAME LIKE '*Ti*' | | | | |
| 5 | CNAME | FORM | KT | MSTRESS | SIG11vsN |
| 6 | Ti-6Al-4V | Bar | 1 | 0 | <SIG11vsN> |
| 7 | Ti-6Al-4V | Bar | 1 | 47 | <SIG11vsN> |
| 8 | Ti-6Al-4V | Bar | 1 | 70 | <SIG11vsN> |
| 9 | Ti-6Al-4V | Bar | 2.4 | 0 | <SIG11vsN> |
| 10 | Ti-6Al-4V | Bar | 2.4 | 20 | <SIG11vsN> |
| 11 | Ti-6Al-4V | Bar | 2.4 | 40 | <SIG11vsN> |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |

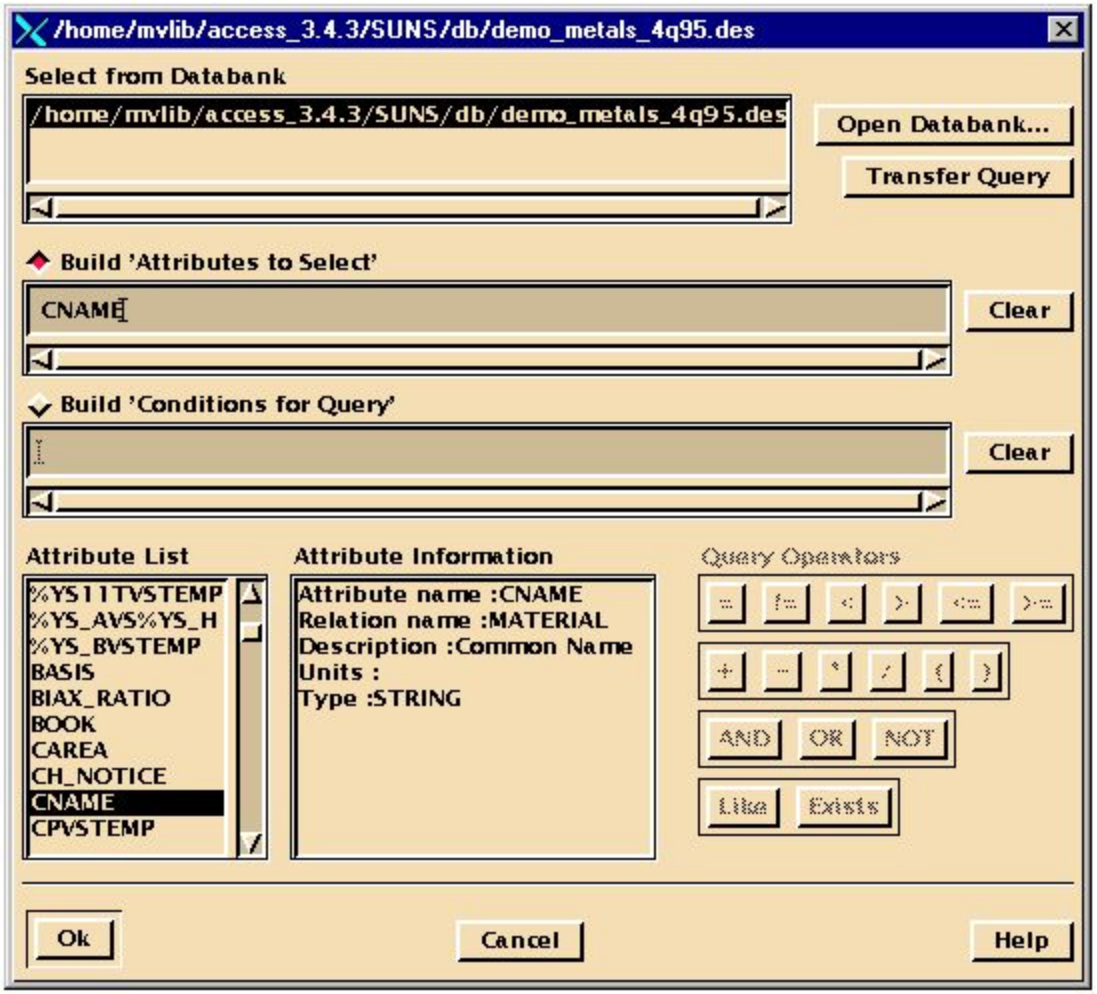
# Шаг 4. Строим ‘Attributes to Select’

Build ‘Attributes to Select’. CNAME FORM KT MSTRESS SIG11vsN.

a. Выберите **CNAME** в окне *Attribute List*. В окне “Attribute Information” появится информация, а в окне “Attributes to Select” появится CNAME.

b. Завершите создания списка атрибутов, заполнив его атрибутами из предыдущего слайда.

c. Теперь переходим к построению условия запроса для выбора конкретных материалов, имеющих в свойствах кривые усталости, a величину среднего напряжения и буквы *ti* в имени (нас интересуют титановые сплавы).



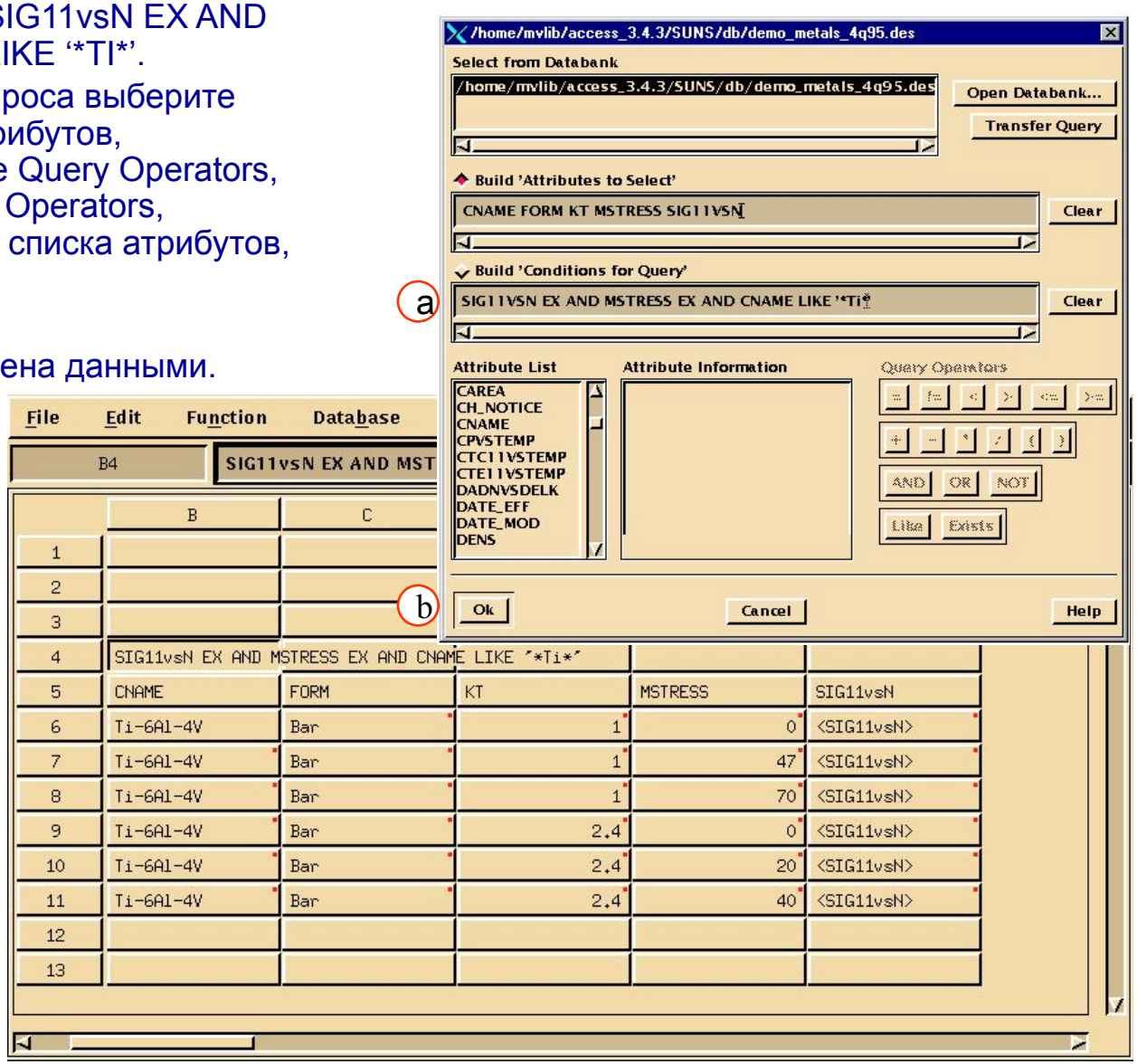
# Шаг 5. Строим ‘Conditions for Query’

Build ‘Conditions for Query’. SIG11vsN EX AND MSTRESS EX AND CNAME LIKE ‘*TI*’.

a. Для формирования запроса выберите **SIG11vsN** из списка атрибутов, выберите **Exists** в окне Query Operators, выберите **And** в Query Operators, выберите **MSTRESS** из списка атрибутов, и т. д.

b. **OK**.

c. Таблица теперь заполнена данными.



# Шаг 5. Строим ‘Conditions for Query’ (продолжение)

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | SIG11VSN EX AND MSTRESS EX AND CNAME LIKE '*Ti*' | | | | |
| 5 | | CNAME | FORM | KT | MSTRESS | SIG11VSN |
| 6 | d | Ti-6Al-4V | Bar | 1 | 0 | <SIG11VSN> |
| 7 | | Ti-6Al-4V | Bar | 1 | 47 | <SIG11VSN> |
| 8 | | Ti-6Al-4V | Bar | 1 | 70 | <SIG11VSN> |
| 9 | | Ti-6Al-4V | Bar | 2.4 | 0 | <SIG11VSN> |
| 10 | | Ti-6Al-4V | Bar | 2.4 | 20 | <SIG11VSN> |
| 11 | | Ti-6Al-4V | Bar | 2.4 | 40 | <SIG11VSN> |

```
:=select("/home/mvlib/access_3.4.3/SUNS/db/demo_metals_4q95.des",B5:F5,B4)
```

d. Выберите ячейку **B6**.

e. Формат команды выбора
:=select(DATABASE,
ATTRIBUTES,CONDITIONS).
где:

DATABASE = demo_metals4q95.des
ATTRIBUTES = attributes listed in B5 thru F5.
CONDITIONS = query listed in cell B4.

# Шаг 6. Выбор функции

В выбранную функцию можно подставить свои атрибуты. Сейчас вы добавите атрибут термообработки (TREAT) вместо атрибута FORM.

a. Выберите ячейку **C5** и введите новое значение: **TREAT**.
b. В результате ячейки всего столбца принимают новые значения. Теперь попробуйте вставить вместо атрибута TREAT атрибут вида образца.
c. Выберите ячейку **C5** и замените ее значение на **DETAIL**.

SIG11VSN EX AND MSTRESS EX AND CNAME LIKE '*Ti*'

| CNAME (a) | TREAT | KT | MSTRESS | SIG11VSN |
|---|---|---|---|---|
| Ti-6Al-4V | Annealed | 1 | 0 | <SIG11VSN> |
| Ti-6Al-4V | Annealed | 1 | 47 | <SIG11VSN> |
| Ti-6Al-4V | Annealed | 1 | 70 | <SIG11VSN> |
| Ti-6Al-4V | Annealed | 2.4 | 0 | <SIG11VSN> |
| Ti-6Al-4V | Annealed | 2.4 | 20 | <SIG11VSN> |
| Ti-6Al-4V | Annealed | 2.4 | 40 | <SIG11VSN> |

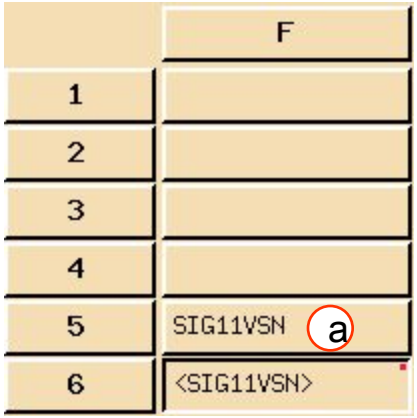
SIG11VSN EX AND MSTRESS EX AND CNAME LIKE '*Ti*'

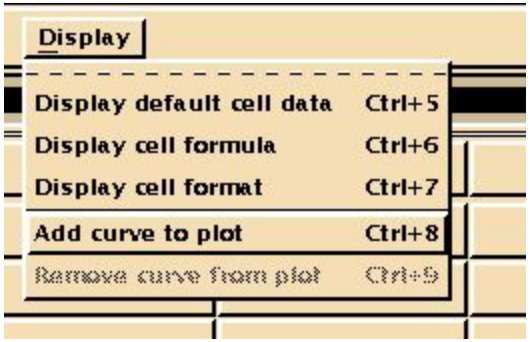
| CNAME (c) | DETAIL | KT | MSTRESS | SIG11VSN |
|---|---|---|---|---|
| Ti-6Al-4V | 60 deg V-notch | 2.4 | 0 | <SIG11VSN> |
| Ti-6Al-4V | 60 deg V-notch | 2.4 | 20 | <SIG11VSN> |
| Ti-6Al-4V | 60 deg V-notch | 2.4 | 40 | <SIG11VSN> |
| Ti-6Al-4V | Unnotched | 1 | 0 | <SIG11VSN> |
| Ti-6Al-4V | Unnotched | 1 | 47 | <SIG11VSN> |
| Ti-6Al-4V | Unnotched | 1 | 70 | <SIG11VSN> |

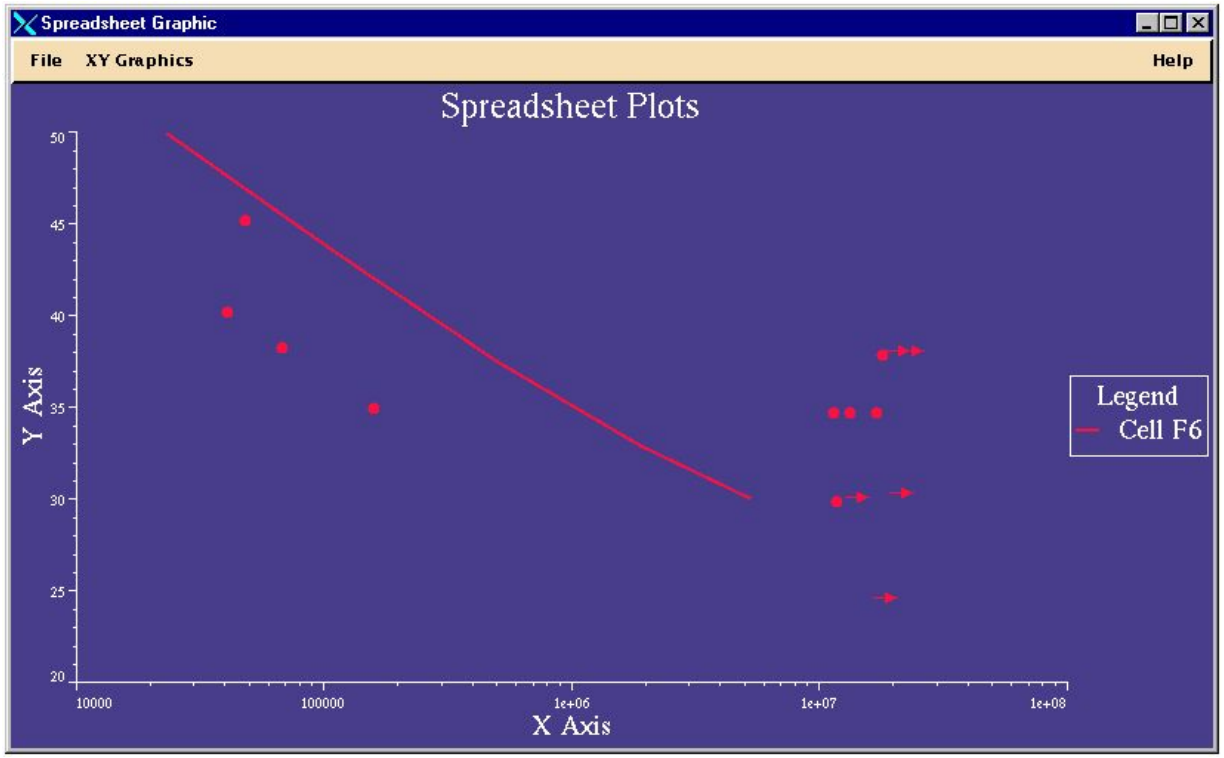
# Шаг 7. Spreadsheet Display: Add Curve to Plot

Теперь отобразим график зависимости напряжений от количества циклов.

a. Выберите ячейкуl **F6**.
b. В главном меню таблицы выберите **Display/Add curve to plot**.
c. Эта операция откроет график и поместит в ячейку, откуда были взяты данные знак “~” (тильда).
d. Ваш график должен быть похожим на тот, который приведен на рисунке.



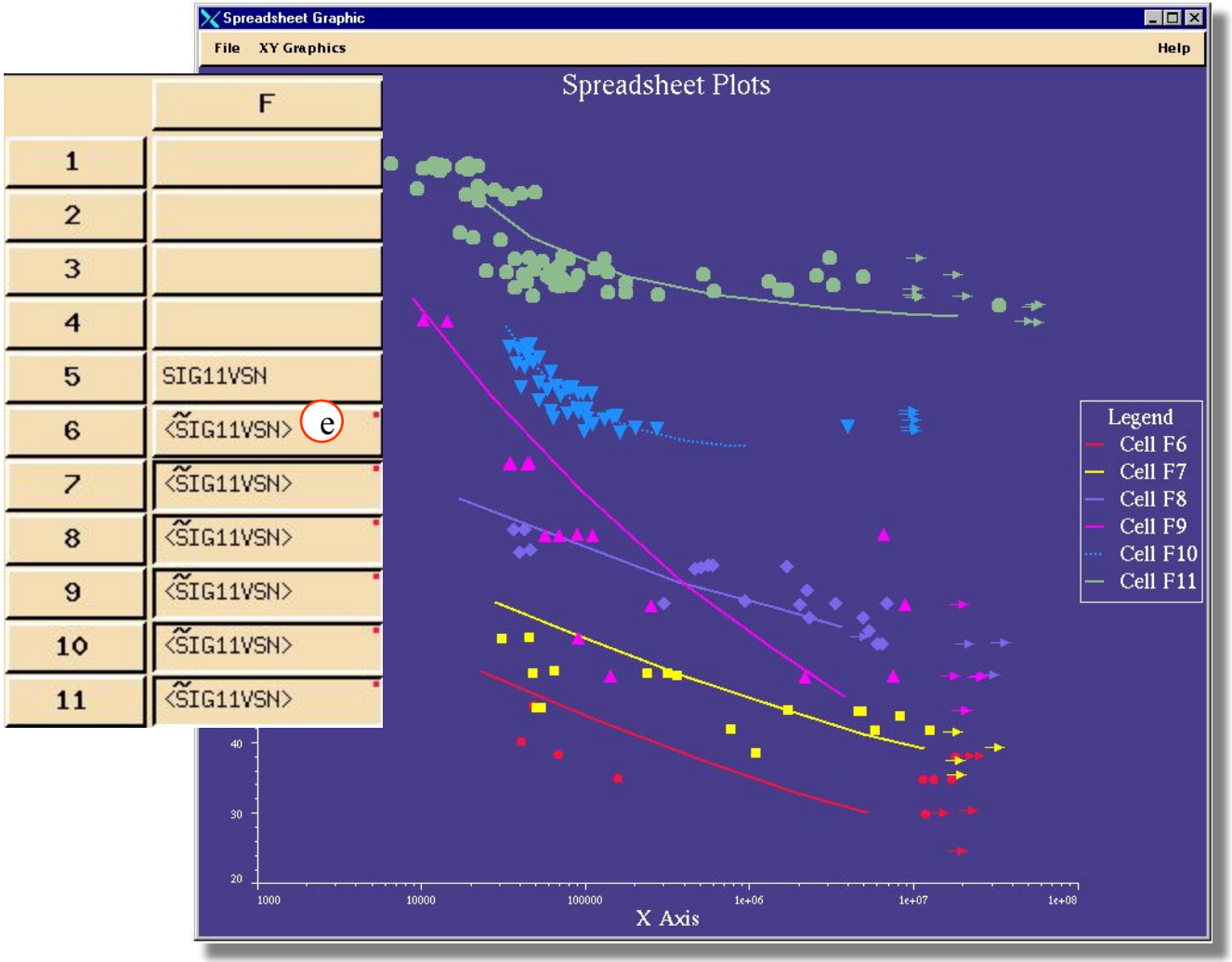



# Шаг 7. Spreadsheet Display: Add Curve to Plot

e. График отображает кривую усталости для материала в строке 6. Вся справочная информация содержится в ячейке F6. Повторите процесс построения графика для всех ячеек в колонках **F7 – F11**. (Используйте клавишу **SHIFT**, чтобы выбрать одновременно более одной ячейки!)

f. В главном меню таблиц выберите **Display/Add curve to plot**.

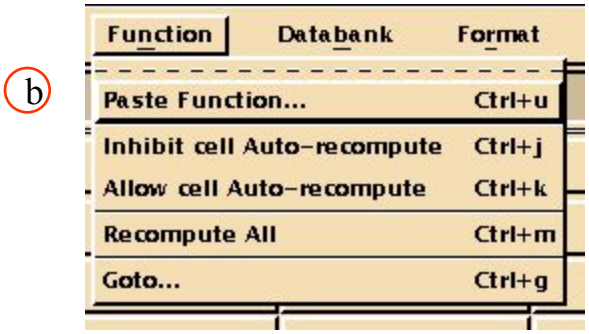
g. Ваш график должен быть похожим на тот, который приведен на рисунке.

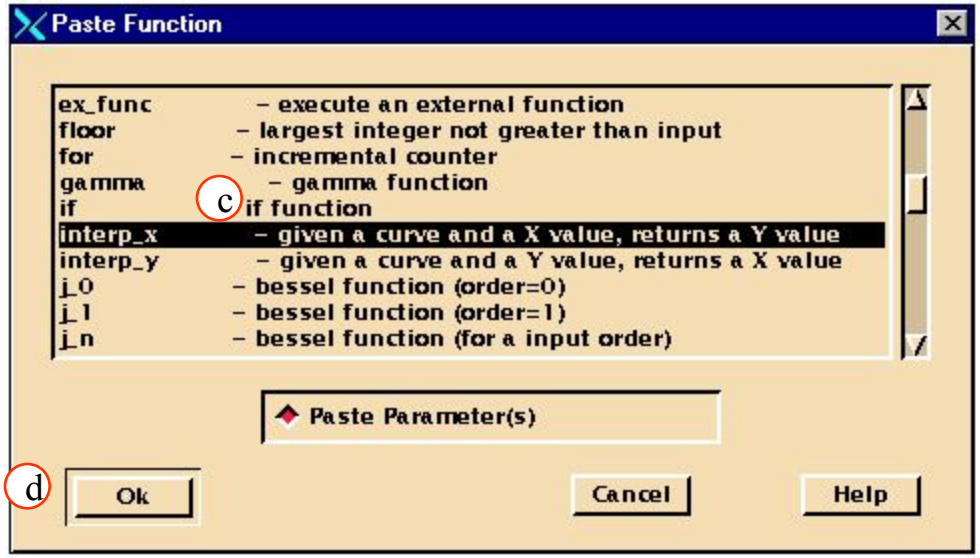


# Шаг 8. Spreadsheet Function: Paste Function…

Определите напряжение на 100000 циклов

a. Выберите ячейку **G6**.
b. В меню таблиц выберите **Function/Paste Function**.
c. Выберите **interp_x**.
d. **OK**.
e. В окне для формул появится шаблон формулы: =interp_x(Curve_cell,x)



# Шаг 8. Spreadsheet Function: Paste Function… (продолжение)

f. Измените формулу следующим образом **=interp_x(F6,100000)**. Это заполнит ячейку интерполированным значением напряжения соответствующего количеству циклов 100,000 на кривой усталости материала в ячейке F6

g. Теперь определим напряжения для 100000 циклов для всех материалов в колонке F, модифицируя ячейку G6 следующим:

**: =interp_x( F6 : ,100000)**

h. Использование двоеточия говорит о том, что мы пересчитываем колонку до тех пор, пока не кончатся данные в блоке ячеек. Все ячейки в блоке отмечены красной точкой в верхнем правом углу.

f

g

| F | G |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| SIG11VSN | |
| <SIG11VSN> | 44.17673 |
| <SIG11VSN> | 55.02563 |
| <SIG11VSN> | 67.73464 |
| <SIG11VSN> | 75.40212 |
| <SIG11VSN> | 87.13242 |
| <SIG11VSN> | 109.1676 |

# Шаг 8. Spreadsheet Function: Paste Function… (продолжение)

i. Функция возвращает колонку интерполированных значений по оси Y, которые соответствуют максимальному напряжению при 100000 циклах нагружения для каждой кривой усталости.

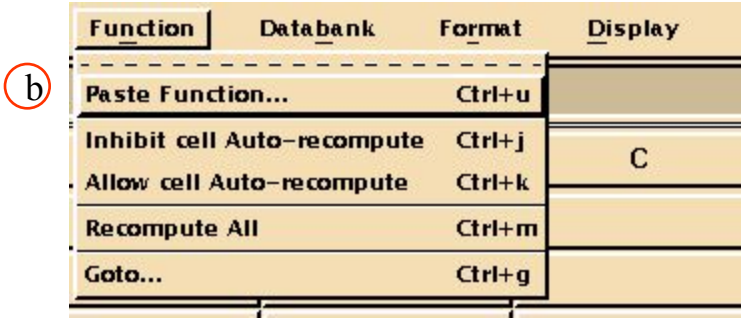
j. Дадим название колонке с полученными напряжениями. Выберите ячейку **G5** и напечатайте **Max Stress**.

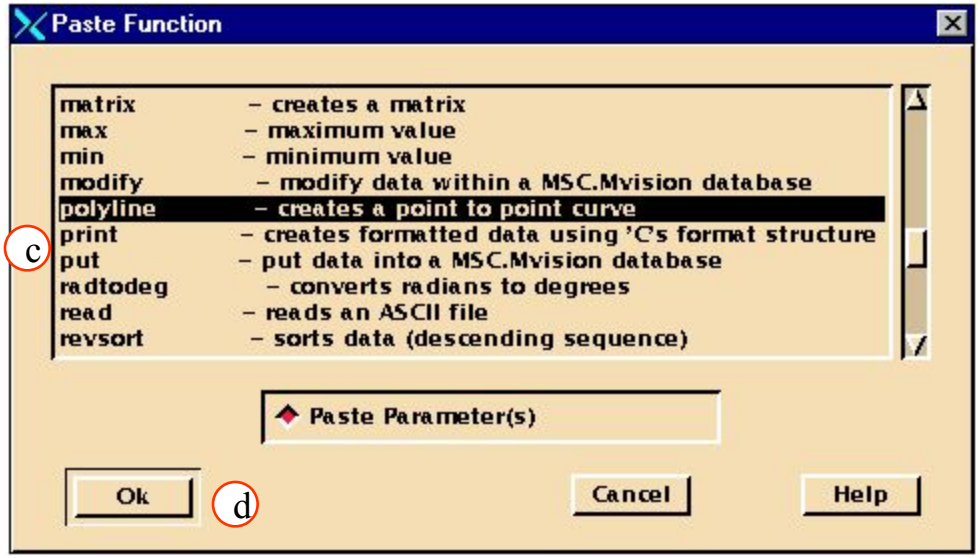
| | MSTRESS | SIG11VSN | MAX STRESS j |
|---|---|---|---|
| 2.4 | 0 | <SIG11VSN> | 44.17673 |
| 2.4 | 20 | <$\tilde{S}$IG11VSN> | 55.02563 |
| 2.4 | 40 | <$\tilde{S}$IG11VSN> | 67.73464 |
| 1 | 0 | <$\tilde{S}$IG11VSN> | 75.40212 |
| 1 | 47 | <$\tilde{S}$IG11VSN> | 87.13242 |
| 1 | 70 | <$\tilde{S}$IG11VSN> | 109.1676 |

# Шаг 9. Spreadsheet Function: Paste Function…

Создадим точечный график зависимости MSTRESS от MAXSTRESS, используя функцию polyline.

a. Выберите ячейку **G3**.
b. В главном меню таблиц **Function/Paste Function**.
c. Выберите **polyline**.
d. **OK**.
e. В окне для формул появится шаблон формулы:
=polyline([axis_type,]X_column,Y_column[,xy_point_type] [(lgd_entry, plot_title, xaxis_lbl, yaxis_lbl)])



# Шаг 9. Spreadsheet Function: Paste Function (продолжение)

f. Переменные в квадратных скобках не обязательны. Модифицируйте функцию следующим образом:

   **=polyline($G6 :, E6 : , G6 : * 0+3)**

g. Третий аргумент в выражении задает количество значений в ячейке G3 равным количеству ненулевых ячеек в столбце G. Цифра 3 указывает MSC.Mvision отобразить точечный график.

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | <polyline> |
| | | | |
| | MSTRESS | SIG11VSN | MAX STRESS |
| 2.4 | 0 | <SIG11VSN> | 44.17673 |
| 2.4 | 20 | <SIG11VSN> | 55.02563 |
| 2.4 | 40 | <SIG11VSN> | 67.73464 |
| 1 | 0 | <SIG11VSN> | 75.40212 |
| 1 | 47 | <SIG11VSN> | 87.13242 |
| 1 | 70 | <SIG11VSN> | 109.1676 |

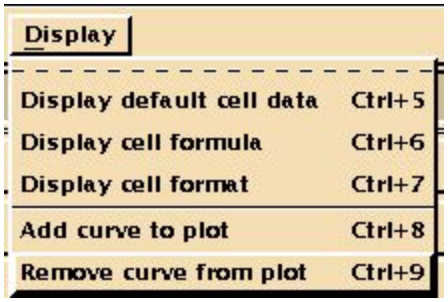
f

# Шаг 10. Spreadsheet Display: Remove Curve from Plot

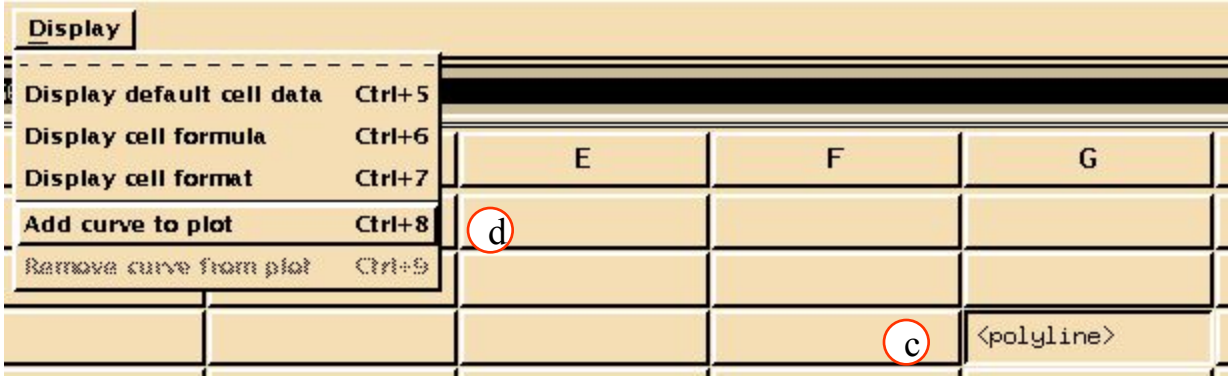
Удалите с графика все кривые и отобразите только последнюю созданную.

a. Выберите ячейки в колонке **F** , которые содержат кривые (они помечены тильдой “~”) и удалите их с графика.
b. В меню таблиц выберите **Display/Remove curve from plot**.
c. Добавьте ячейку **polyline**(G3) к графику.
d. В меню таблиц выберите **Display/Add curve from plot**..

| E | F | G |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | <polyline> |
| | a | |
| MSTRESS | SIG11VSN | MAX STRESS |
| 0 | <~SIG11VSN> | 44.17673 |
| 20 | <~SIG11VSN> | 55.02563 |
| 40 | <~SIG11VSN> | 67.73464 |
| 0 | <~SIG11VSN> | 75.40212 |
| 47 | <~SIG11VSN> | 87.13242 |
| 70 | <~SIG11VSN> | 109.1676 |

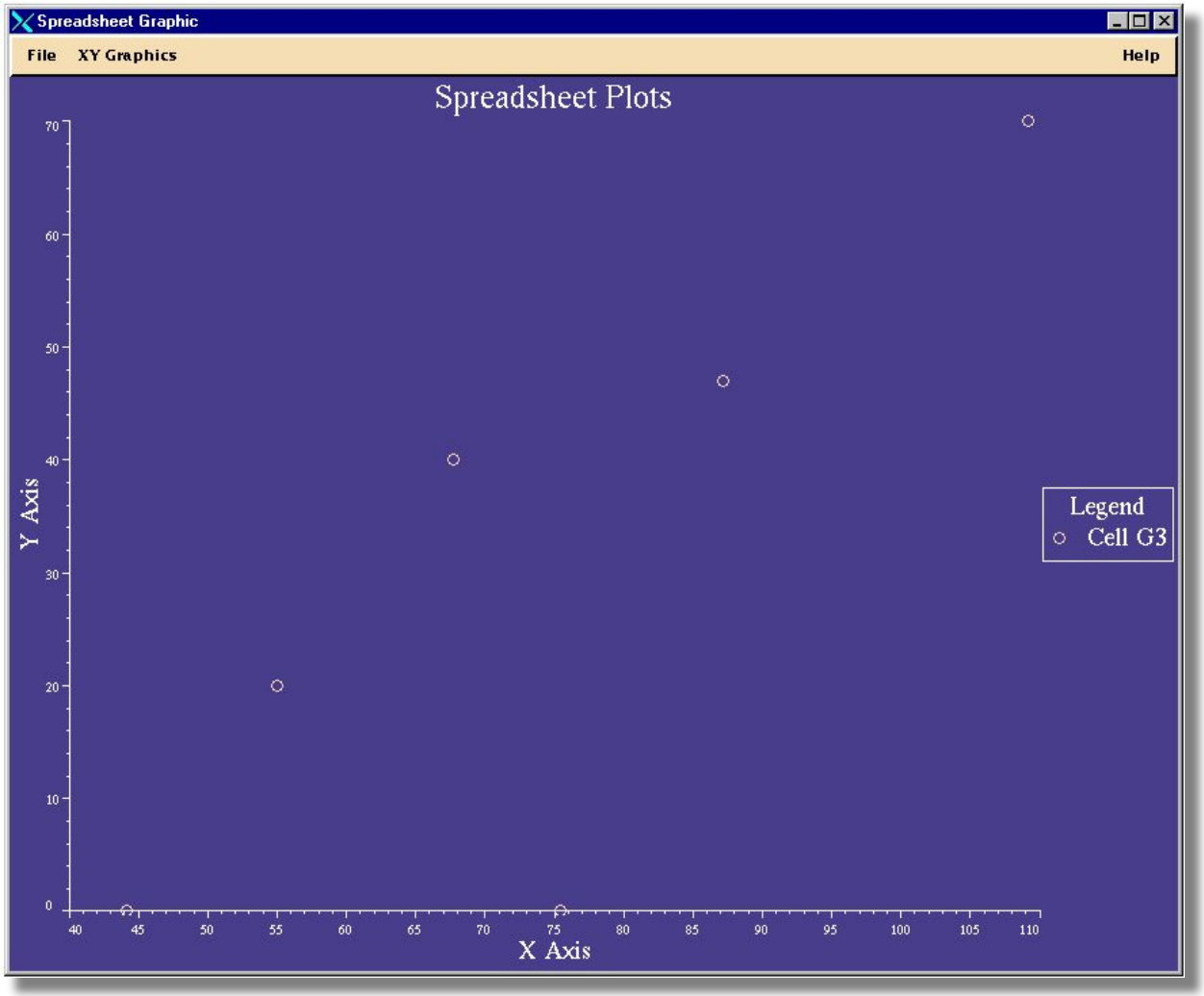



b



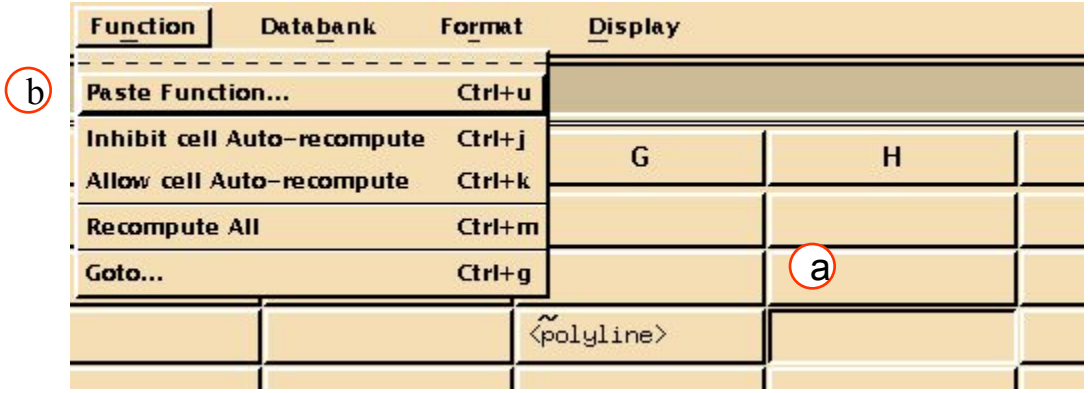
# Шаг 10. Spreadsheet Display: Remove Curve from Plot (продолжение)

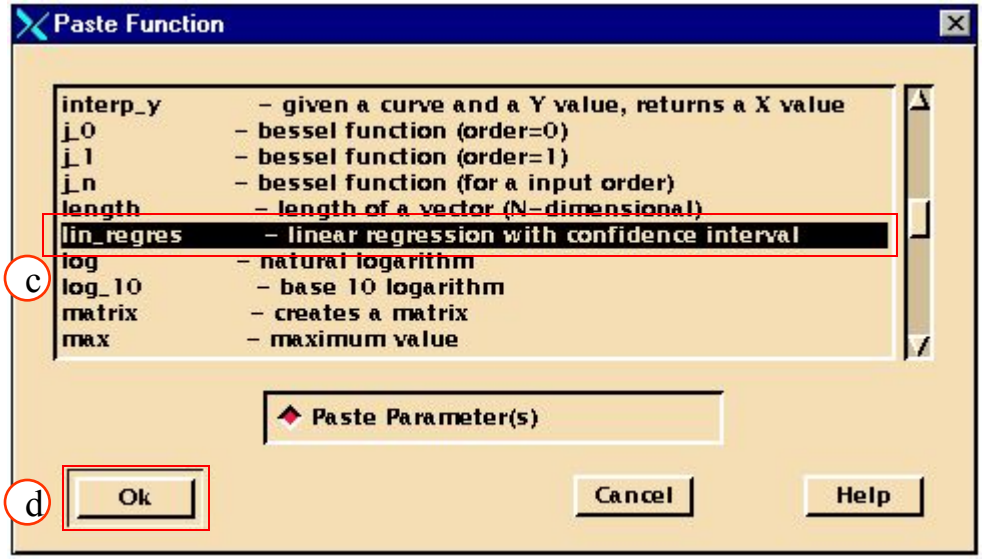
e. График должен выглядеть так как показано на картинке



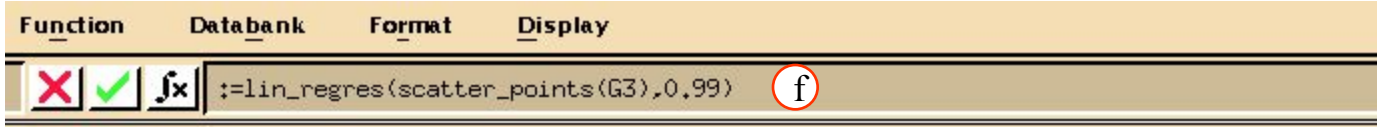
# Шаг 11. Spreadsheet Function: Paste Function…

a. Выберите ячейку **H3**.
b. В меню таблиц выберите **Function/Paste Function**.
c. Выберите **lin_regres**.
d. **OK**.
e. В окне для формул появится шаблон формулы:
:=lin_regres(X_column,Y_column,Confidence_interval)



# Шаг 11. Spreadsheet Function: Paste Function (продолжение)




f. Измените формулу:
**:=lin_regres(scatter_points(G3) , 0.99)**.

g. Теперь функция вернет блок из 6 значений
**LS_LINE** the least squares line fit,
**CFI_POS** the positive confidence interval figure,
**CFI_NEG** the negative confidence interval figure,
**var** the variance,
**m** the slope, and
**b** the slope intercept.

| | |
|---|---|
| <polyline> | <LS_line> |
| | <CFI_Pos> |
| MAX STRESS | <CFI_Neg> |
| 44.17673 | var = 341.43 |
| 55.02563 | m = 0.97 |
| 67.73464 | b = -41.22 |
| 75.40212 | |
| 87.13242 | |
| 109.1676 | |

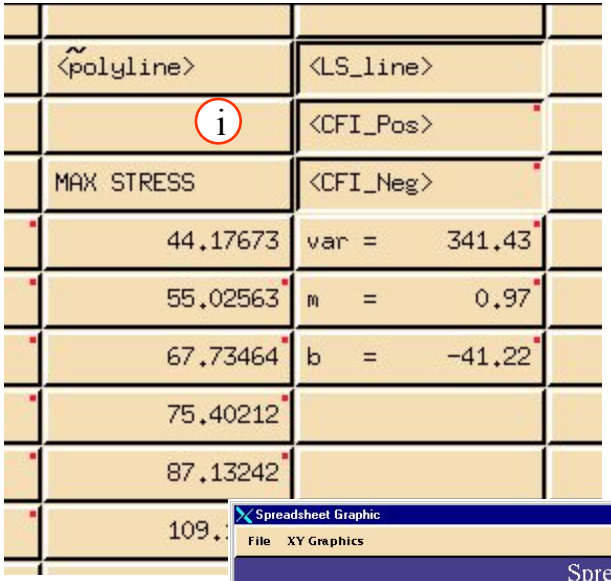
# Шаг 11. Spreadsheet Function: Paste Function (продолжение)

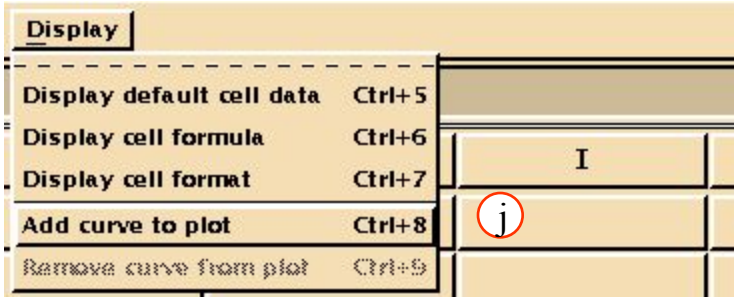
h. Так как первые три значения – кривые,то их можно вывести на график.

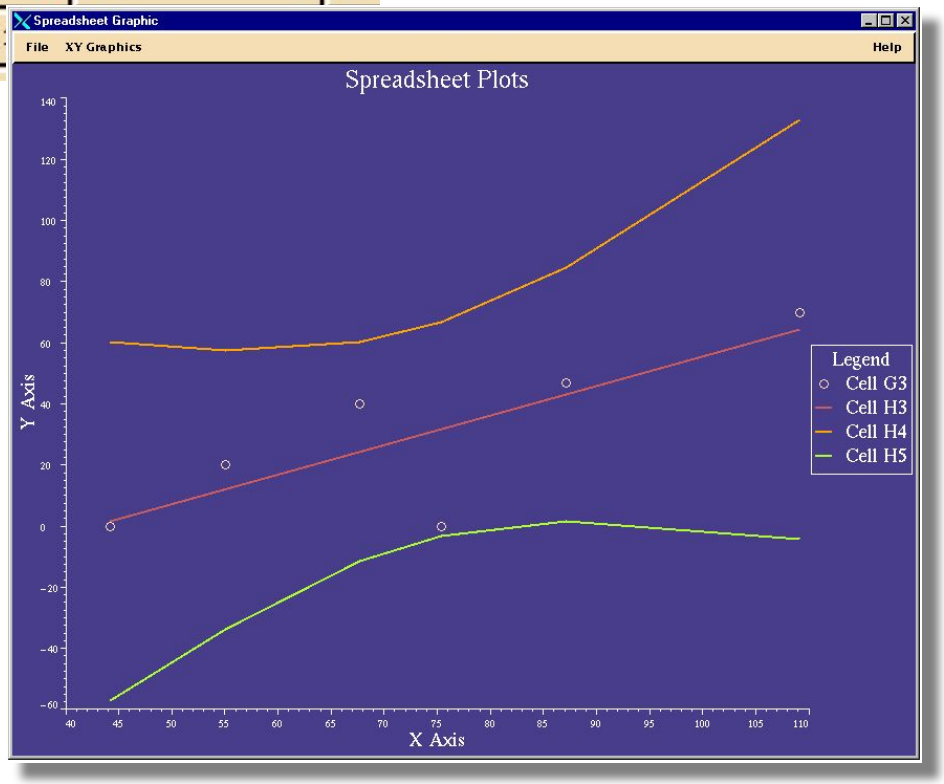
i. Выберите ячейки **H3 – H5**.

j. В меню таблиц выберите **Display/Add curve to plot**.

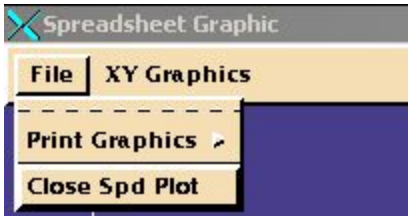
k. Вот как должен выглядеть этот график.



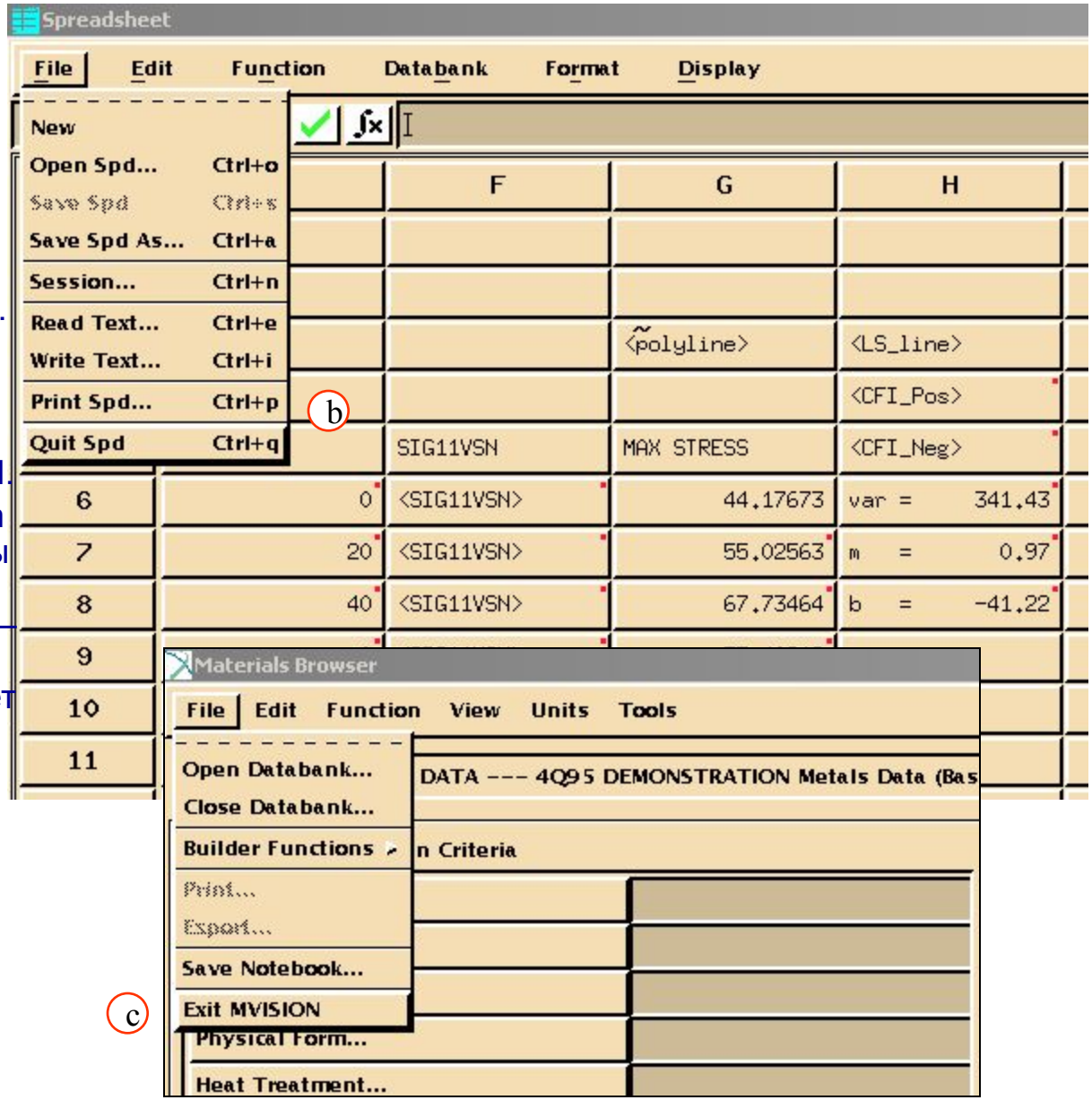
# Шаг 12. Spreadsheet Graphics File: Close Spd Plot




a

Теперь закроем графики, выйдем из таблиц и из Mvision.

a. Выберите **File/Close Spd Plot**.
b. **File/Quit Spd**.
c. Теперь **File/Exit MVISION**.
d. Перед закрытием Mvision спросит вас, хотите ли вы сохранить таблицу, которую создали. Выбор – за вами. В дальнейших упражнениях она не будет использоваться, но возможно будет вам полезна, если захотите что-нибудь быстро вспомнить.
e. На этом упражнение закончено..




b

c