



# Разреженные матрицы в MATLAB

## Лекция #5

Пустовалова О.Г.  
доцент. каф. мат.мод.  
ИММИКН ЮФУ

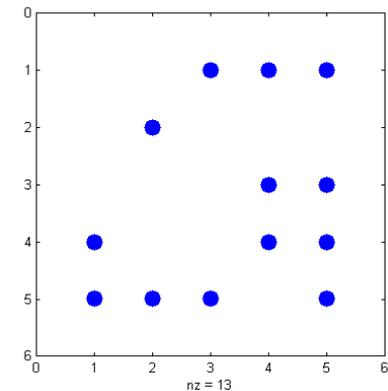
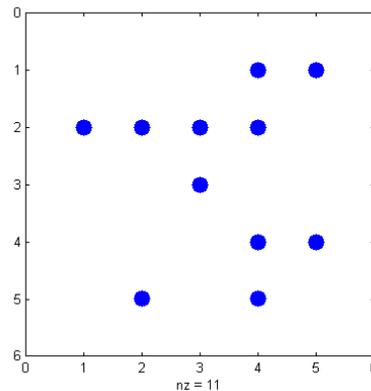
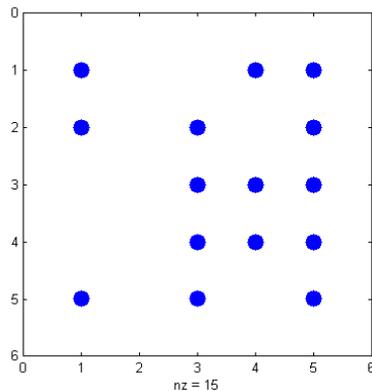
# Содержание

-  **Понятие разреженной матрицы. Способы хранения**
-  **Основные функции**
-  **Работа с ненулевыми элементами разреженных матриц**
-  **Визуализация разреженных матриц**
-  **Примеры**

# РАЗРЕЖЕННЫЕ МАТРИЦЫ

## Разреженные матрицы

- ✓ Матрицы, содержащие некоторое число элементов с нулевыми значениями, в MATLAB называются разреженными матрицами.
- ✓ Часто такими матрицами являются матрицы с 1–3 диагоналями, заполненными ненулевыми элементами и имеющими остальные нулевые элементы.
- ✓ Сильно разреженные матрицы имеют большую часть элементов с нулевыми значениями.



## Разреженные матрицы

- ✓ Разреженные матрицы имеют специальную структуру для **исключения хранения нулевых элементов**.
- ✓ Например, могут храниться только ненулевые элементы в виде чисел двойной точности и их целочисленные индексы или, диапазоны индексов.
- ✓ при работе с разреженными матрицами используются численные методы, учитывающие упрощение арифметических операций с нулевыми элементами

$$\begin{array}{ccccc}
 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\
 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \\
 10/25 \\
 \\
 = \\
 \\
 0.4000
 \end{array}$$

## Разреженные матрицы. Области применения

- ✓ Задачи оптимизации
- ✓ Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных
- ✓ Теория графов
- ✓ Теория электрических сетей
- ✓ Генетика
- ✓ Социология
- ✓ Задачи линейного программирования

## Разреженные матрицы. Основные функции. **sparse**

**A =**

1	0	0
0	1	0
0	0	1

**% преобразует полную матрицу в разреженную**

**S=sparse (A)**

**S =**

(1,1)	1
(2,2)	1
(3,3)	1

## Разреженные матрицы. Основные функции. **full**

```
S =
```

```
(1,1)      1
```

```
(2,2)      1
```

```
(3,3)      1
```

```
% full = преобразует разреженную в полную
```

```
B=full(S)
```

```
B =
```

```
1      0      0
```

```
0      1      0
```

```
0      0      1
```

## Работа с ненулевыми элементами разреженных матриц

`nnz` – число ненулевых компонентов

% Плотность разреженной матрицы определяется

% по формуле:

$$\text{nnz}(X) / \text{numel}(X)$$

```
A=sparse(eye(3))
```

```
n=nnz(A) / numel(A) → ?
```

## Работа с ненулевыми элементами разреженных матриц

`nzmax` – количество ячеек памяти для ненулевых элементов

`C =`

1	0	0
0	2	0
7	0	3

`nzmax(C)`  9

`nzmax(sparse(C))`  4

## Работа с ненулевыми элементами разреженных матриц

`spfun(@function,A)` - вычисляет `function(A)` для ненулевых элементов матрицы `A`.

Имя `function` - это имя `m`-файла или встроенной в ядро функции.

`A =`

1	0
0	2

`spfun(@exp,A)`



`ans =`

(1,1)	2.7183
(2,2)	7.3891

## Работа с ненулевыми элементами разреженных матриц

`spones(A)` генерирует матрицу той же разреженности, что и `A`, но заменяет на 1 все ненулевые элементы исходной матрицы.

`A =`

```
    123     0
    17    256
```

`spones(A)`



`ans =`

```
(1,1)     1
(2,1)     1
(2,2)     1
```

## Работа с ненулевыми элементами разреженных матриц

```
C =
```

```
    1    0    0
    0    2    0
    7    0    3
```

```
nonzeros(C)
```

```
ans =
```

```
    1
    7
    2
    3
```



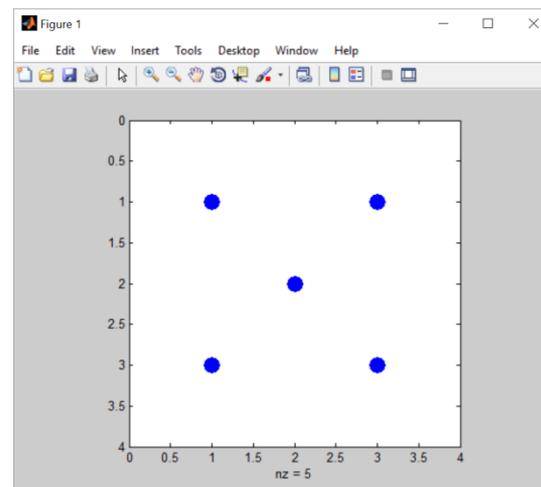
## Визуализация разреженных матриц

**A =**

<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>7</b>	<b>0</b>	<b>3</b>

**spy (A, 36)**

Размер маркеров



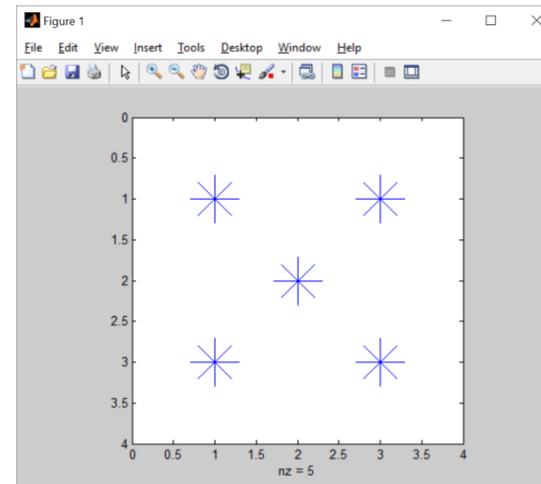
## Визуализация разреженных матриц

**A =**

<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>7</b>	<b>0</b>	<b>3</b>

`spy(A, '* ', 38)`

Вид маркера



## Пример. Граф

`gplot` - построение графа

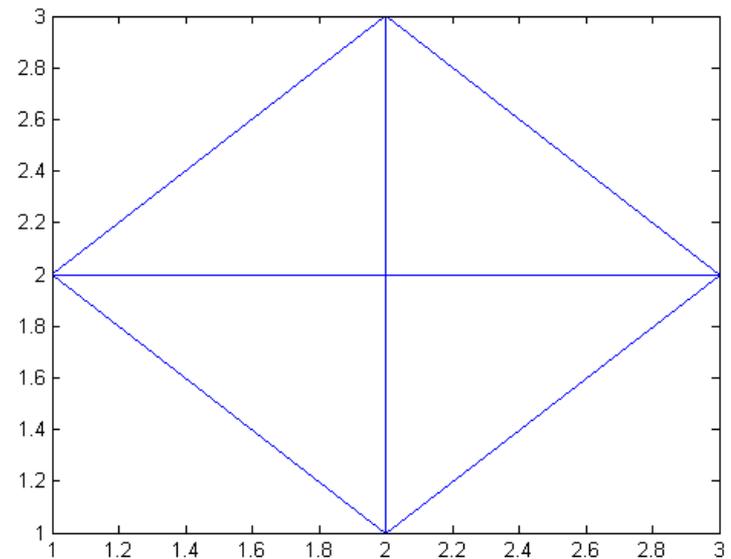
`xу` - координаты узлов

`A` - матрица смежности

```
A=[0 1 1 1; 1 0 1 0; 0 1 0 1; 1 1 1 0];
```

```
xу=[1 2; 2 1; 3 2; 2 3]
```

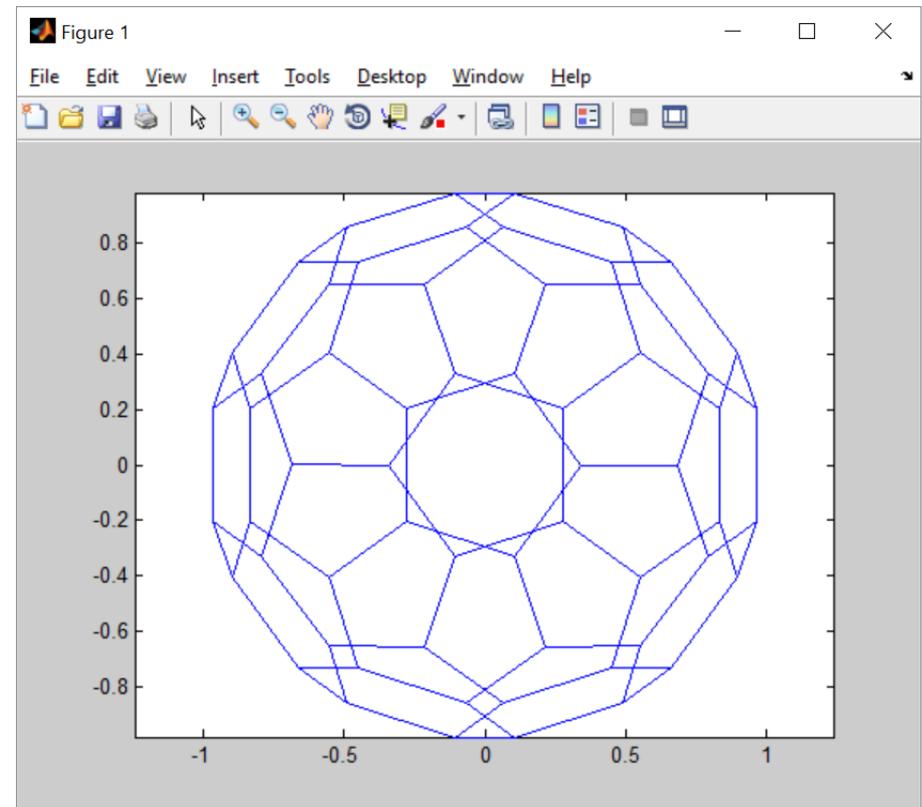
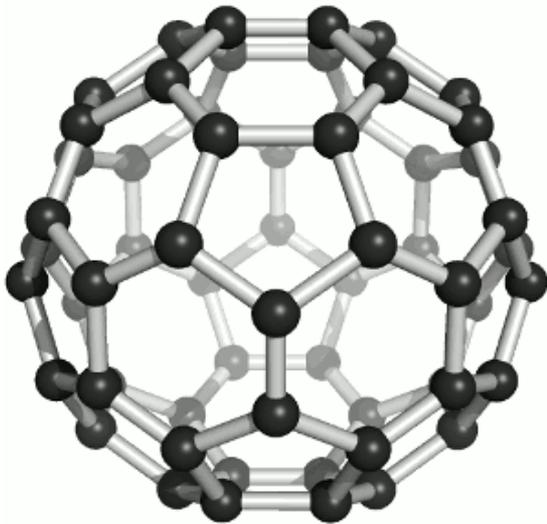
```
gplot(A,xу)
```



## Пример. Молекула C60

Фуллерен — молекулярное соединение, представляющее собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из трёхкоординированных атомов углерода.

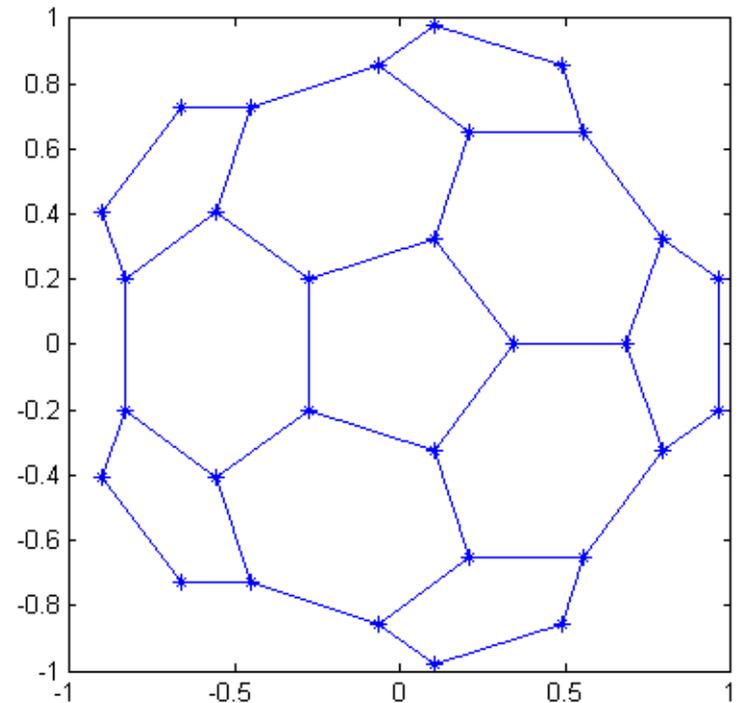
```
[B, v]=bucky;  
gplot(B, v)  
axis equal
```



## Пример. Молекула C60

Построение половины молекулы углерода  
«Bucky ball» со звездочками в каждом узле

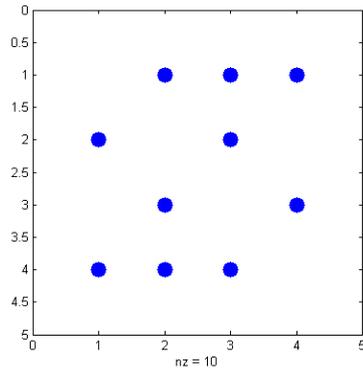
```
k = 1:30;  
[B,XY] = bucky;  
plot(B(k,k),XY(k,:), '-*')  
axis square
```



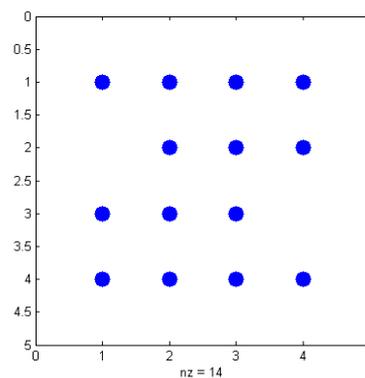
## Пример. Возведение разреженных матриц в степень

```
A=sparse([0 1 1 1; 1 0 1 0; 0 1 0 1; 1 1 1 0]);
```

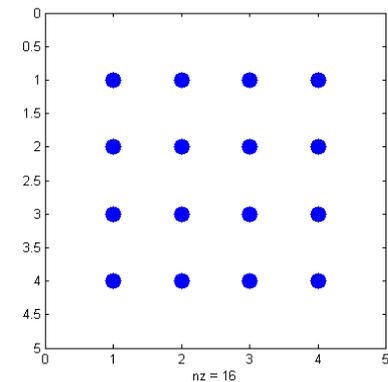
`spy(A,24)`



`spy(A^2,24)`



`spy(A^3,24)`





Спасибо за внимание!