

### Задание 1.

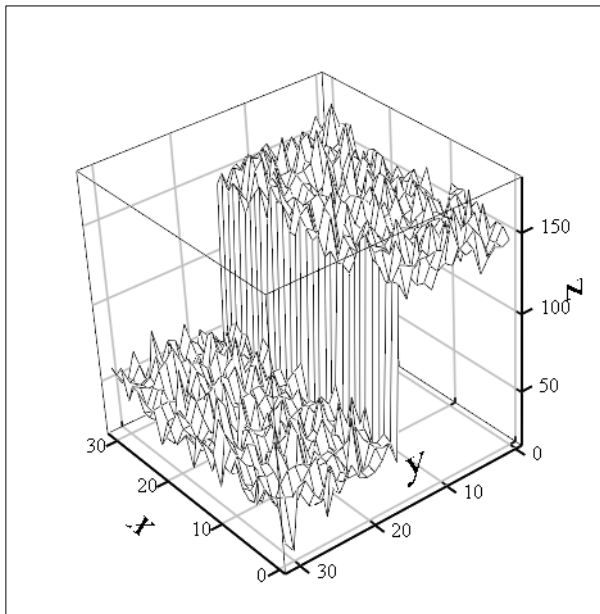
Напишите, пожалуйста, программу на C++, которая читает картинку из файла и очищает ее от шума с помощью Bilateral Filter. Описание Bilateral Filter можно найти в Интернете.

### Решение. Двумерный случай.

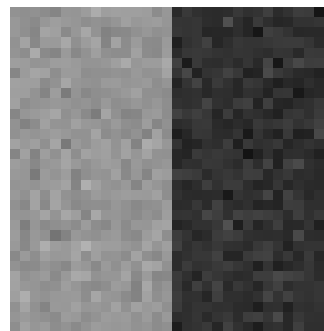
Вариант 1. Выполнен в виде программного блока документа Mathcad

В качестве тестового изображения выбираем ступеньку с аддитивным гауссовым шумом. Разброс шума по уровню яркости составляет 10.

```
Изображение := | Ширина ← 32  
                | Высота ← 32  
                | for ii ∈ 0.. Высота - 1  
                |   for jj ∈ 0.. Ширина - 1  
                |      $\text{вых}_{ii,jj} \leftarrow \text{if} \left( jj < \frac{\text{Ширина}}{2}, 150, 50 \right) + \text{rnorm}(1, 0, 10)$   
                |   вых
```



Изображение



Изображение

## Программный код, реализующий фильтрацию.

$$\text{ФормЯдро}\left(\begin{array}{c} \text{ } \\ \text{ } \end{array}, x, \begin{array}{c} \text{пр} \end{array}\right) := \exp\left[\frac{-1}{2} \cdot \left(\frac{-x}{\text{пр}}\right)^2\right]$$

$$\text{ДвухвесоваяФильтрация}(\text{изобр}, \begin{array}{c} \text{пр} \end{array}, \begin{array}{c} \text{д} \end{array}) :=$$

```

Столб ← cols(изобр)
Строк ← rows(изобр)
for n ∈ 0.. Столб - 1
    век ← изобр⟨n⟩
    for i ∈ 0.. Строк - 1
        for k ∈ 0.. Строк - 1
            
$$\left| \begin{array}{l} \text{ДиапЯдро}_k \leftarrow \exp\left[\frac{-1}{2} \cdot \left(\frac{\text{век}_k - \text{век}}{\text{д}}\right)^2\right] \\ \text{ПрострЯдро}_k \leftarrow \text{ФормЯдро}(k, \text{ }, \text{пр}) \end{array} \right|$$

            
$$\text{Ядро} \leftarrow \frac{\overrightarrow{(\text{ПрострЯдро} \cdot \text{ДиапЯдро})}}{\sum (\text{ПрострЯдро} \cdot \text{ДиапЯдро})}$$

            
$$\text{вrm} \leftarrow \sum_{k=0}^{\text{Строк}-1} (\text{век}_k \cdot \text{Ядро}_k)$$

        векх⟨n⟩ ← вrm
    ТранспИзобр ← векхT
    векх ← 0
    for n ∈ 0.. Строк - 1
        век ← ТранспИзобр⟨n⟩
        for i ∈ 0.. Столб - 1
            for k ∈ 0.. Столб - 1
                
$$\left| \begin{array}{l} \text{ДиапЯдро}_k \leftarrow \exp\left[\frac{-1}{2} \cdot \left(\frac{\text{век}_k - \text{век}}{\text{д}}\right)^2\right] \\ \text{ПрострЯдро}_k \leftarrow \text{ФормЯдро}(k, \text{ }, \text{пр}) \end{array} \right|$$

                
$$\text{Ядро} \leftarrow \frac{\overrightarrow{(\text{ПрострЯдро} \cdot \text{ДиапЯдро})}}{\sum (\text{ПрострЯдро} \cdot \text{ДиапЯдро})}$$

                
$$\text{вrm} \leftarrow \sum_{k=0}^{\text{Столб}-1} (\text{век}_k \cdot \text{Ядро}_k)$$

            векх⟨n⟩ ← вrm
    векхT

```

Реакц\_1\_10 := ДвухвесоваяФильтрация (Изображение, 1, 10)

Реакц\_1\_30 := ДвухвесоваяФильтрация (Изображение, 1, 30)

Реакц\_1\_100 := ДвухвесоваяФильтрация (Изображение, 1, 100)

Реакц\_1\_300 := ДвухвесоваяФильтрация (Изображение, 1, 300)

Реакц\_3\_10 := ДвухвесоваяФильтрация (Изображение, 3, 10)

Реакц\_3\_30 := ДвухвесоваяФильтрация (Изображение, 3, 30)

Реакц\_3\_100 := ДвухвесоваяФильтрация (Изображение, 3, 100)

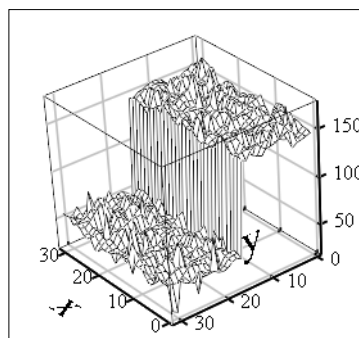
Реакц\_3\_300 := ДвухвесоваяФильтрация (Изображение, 3, 300)

Реакц\_10\_10 := ДвухвесоваяФильтрация (Изображение, 10, 10)

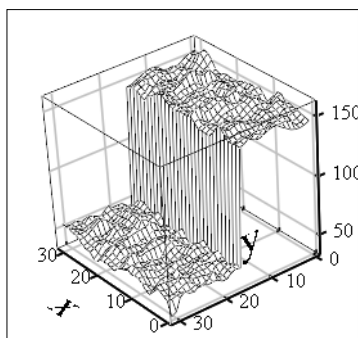
Реакц\_10\_30 := ДвухвесоваяФильтрация (Изображение, 10, 30)

Реакц\_10\_100 := ДвухвесоваяФильтрация (Изображение, 10, 100)

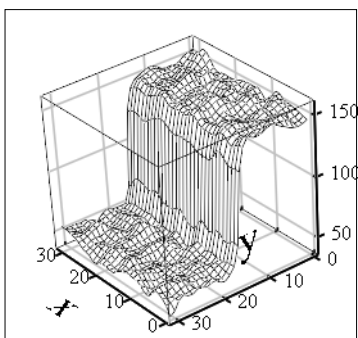
Реакц\_10\_300 := ДвухвесоваяФильтрация (Изображение, 10, 300)



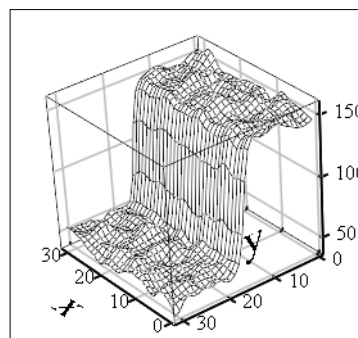
Реакц\_1\_10



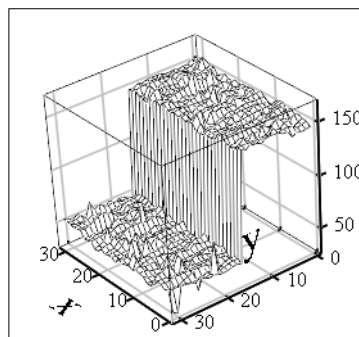
Реакц\_1\_30



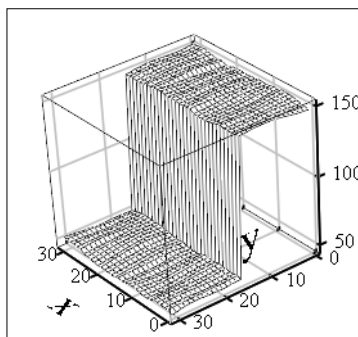
Реакц\_1\_100



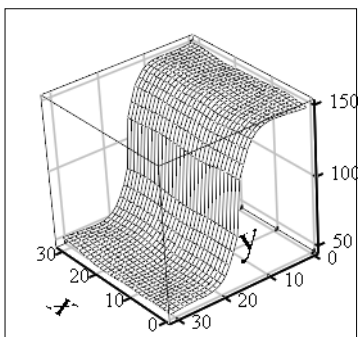
Реакц\_1\_300



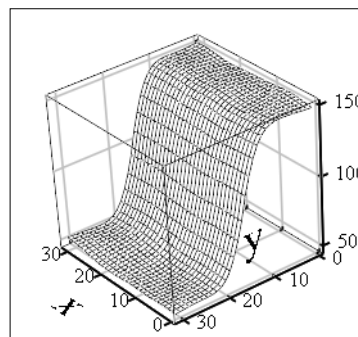
Реакц\_3\_10



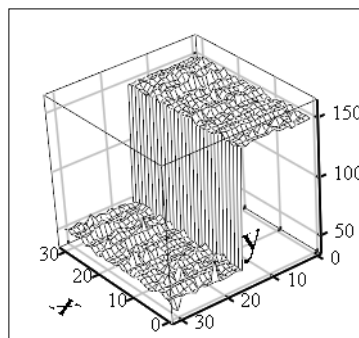
Реакц\_3\_30



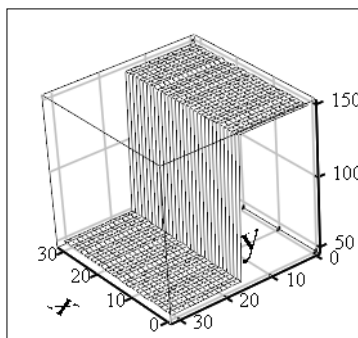
Реакц\_3\_100



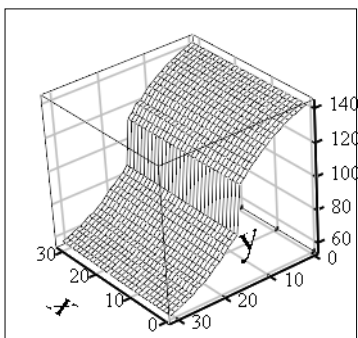
Реакц\_3\_300



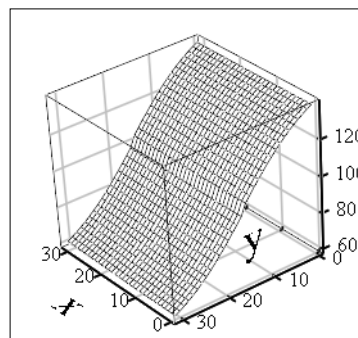
Реакц\_10\_10



Реакц\_10\_30



Реакц\_10\_100



Реакц\_10\_300

## Вариант2. Выполнен в виде пользовательской библиотеки для Mathcad (C++, VS2008)

Реакц\_1\_10 := bilatfiltr(Изображение, 1, 10)

Реакц\_1\_30 := bilatfiltr(Изображение, 1, 30)

Реакц\_1\_100 := bilatfiltr(Изображение, 1, 100)

Реакц\_1\_300 := bilatfiltr(Изображение, 1, 300)

Реакц\_3\_10 := bilatfiltr(Изображение, 3, 10)

Реакц\_3\_30 := bilatfiltr(Изображение, 3, 30)

Реакц\_3\_100 := bilatfiltr(Изображение, 3, 100)

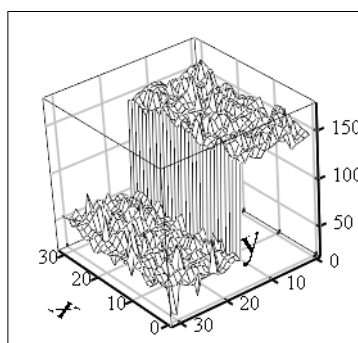
Реакц\_3\_300 := bilatfiltr(Изображение, 3, 300)

Реакц\_10\_10 := bilatfiltr(Изображение, 10, 10)

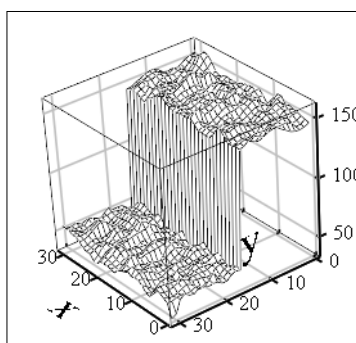
Реакц\_10\_30 := bilatfiltr(Изображение, 10, 30)

Реакц\_10\_100 := bilatfiltr(Изображение, 10, 100)

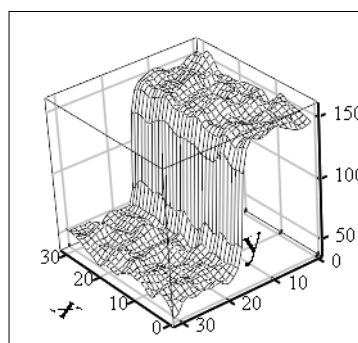
Реакц\_10\_300 := bilatfiltr(Изображение, 10, 300)



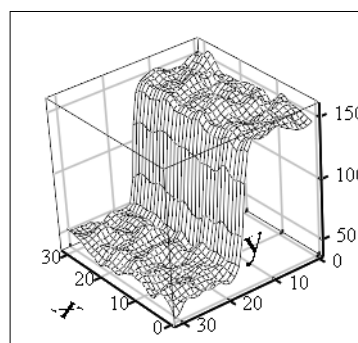
Реакц\_1\_10



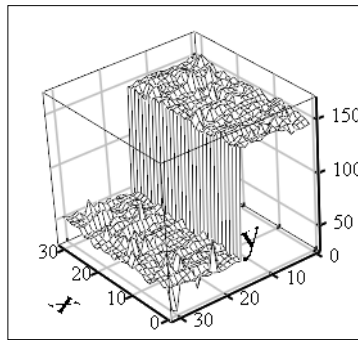
Реакц\_1\_30



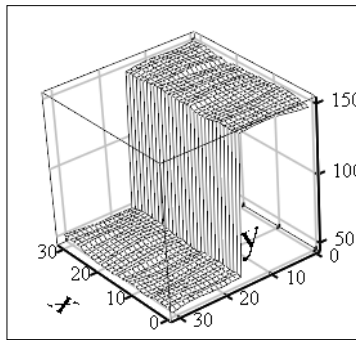
Реакц\_1\_100



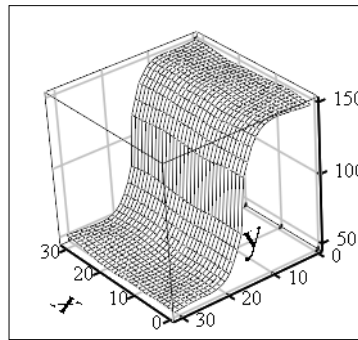
Реакц\_1\_300



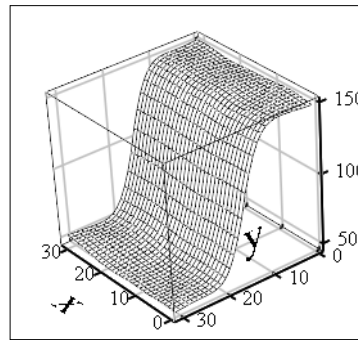
Реакц\_3\_10



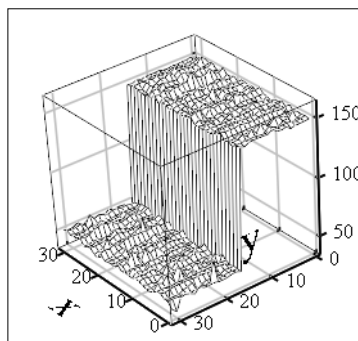
Реакц\_3\_30



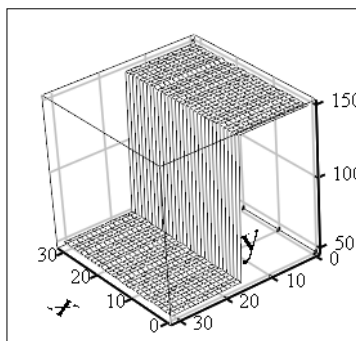
Реакц\_3\_100



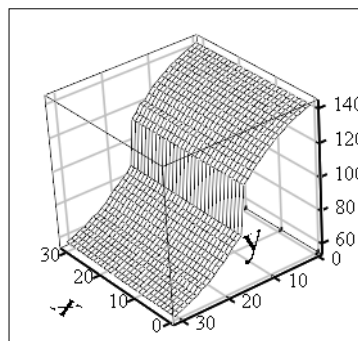
Реакц\_3\_300



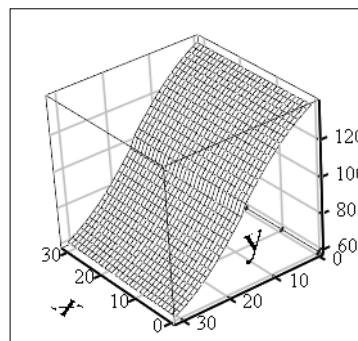
Реакц\_10\_10



Реакц\_10\_30



Реакц\_10\_100



Реакц\_10\_300