

# Цифрова обработка на изображения

## Възстановяване на изображения част 2

доц. Милена Лазарова, кат. КС, ФКСУ

# Филтър на Винер – пример

- За да се приложи филтър на Винер трябва да се определят спектралните функции на изображението и шума и PSF



$$W = \frac{H^* |I|^2}{|H|^2 |I|^2 + |N|^2}.$$

# Филтър на Винер – пример

- За да се определи спектралната функция на шума се анализира константна област в изображението

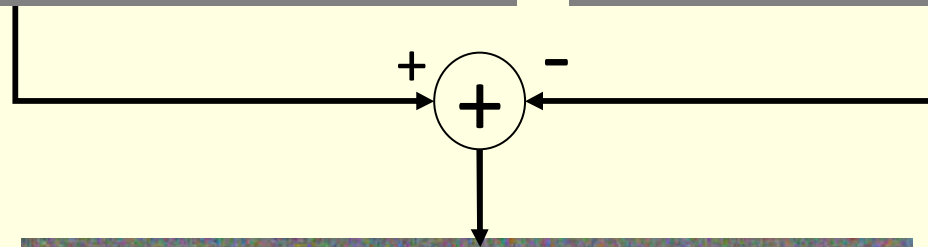


# Филтър на Винер – пример

## ■ Оценка на шума

оригинално изображение

изображение филтрирано с  
Гаусов филтър със  $\sigma=5$



Определя се  
стандартното  
отклонение за всеки  
спектрален канал

$$\begin{aligned}\sigma_R &= 5.0981 \\ \sigma_G &= 4.0672 \\ \sigma_B &= 6.9212\end{aligned}$$



# Филтър на Винер – пример

- За да се определи PSF се избира изолиран пиксел в изображението и се конструира конволюционна матрица



$$h = \begin{bmatrix} 0.0625 & 0.1250 & 0.0625 \\ 0.1250 & 0.2500 & 0.1250 \\ 0.0625 & 0.1250 & 0.0625 \end{bmatrix}$$

# Филтър на Винер – пример

$|N|^2$

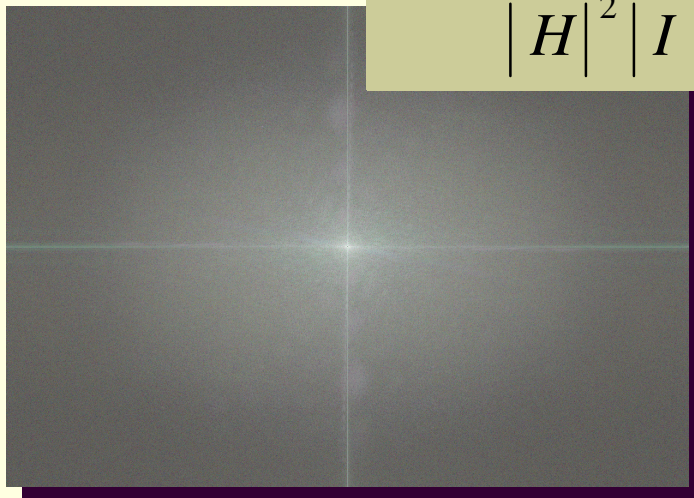


$|H|^2$

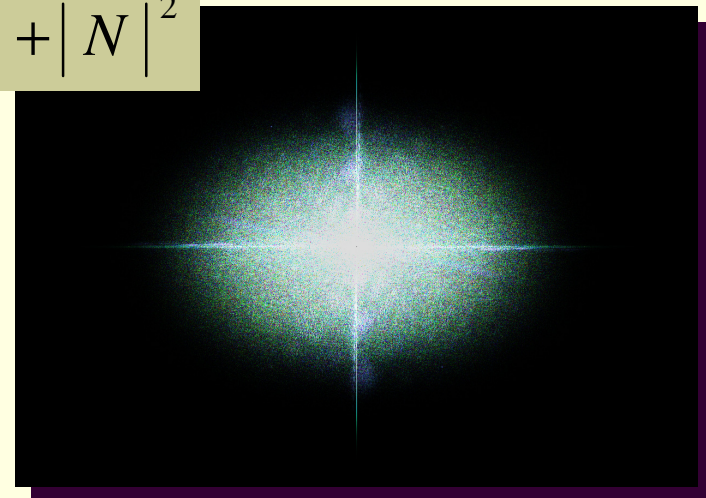


$$W = \frac{H^* |I|^2}{|H|^2 |I|^2 + |N|^2}$$

$|I|^2$



$W$



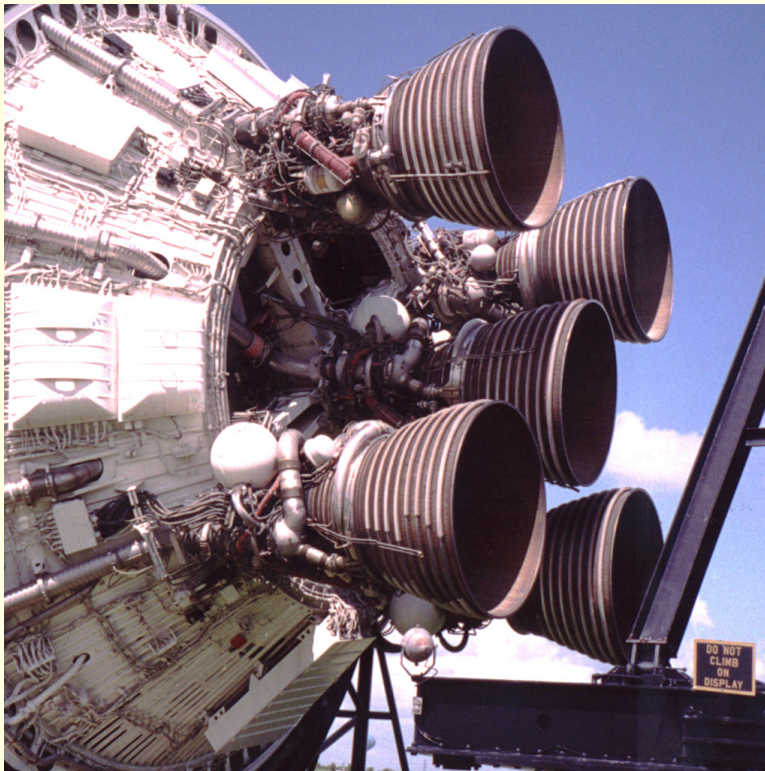


# Филтър на Винер – пример



**FIGURE 5.29** (a) 8-bit image corrupted by motion blur and additive noise. (b) Result of inverse filtering. (c) Result of Wiener filtering. (d)–(f) Same sequence, but with noise variance one order of magnitude less. (g)–(i) Same sequence, but noise variance reduced by five orders of magnitude from (a). Note in (h) how the deblurred image is quite visible through a “curtain” of noise.

# Периодичен шум



оригинално изображение



изображение + шум



# Филтрация на периодичен шум

---

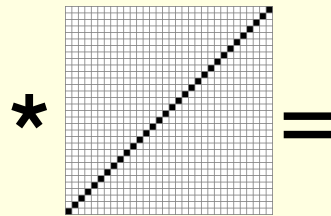
- ***Изглаждане с пространствени филтри***
  - използват се насочени филтри
- ***Band reject честотни филтри***
  - филтрират честотните компоненти на определено разстояние от центъра на честотната трансформация
- ***Notch reject честотни филтри***
  - филтрират конкретна честотна компонента

# Филтрация на периодичен шум

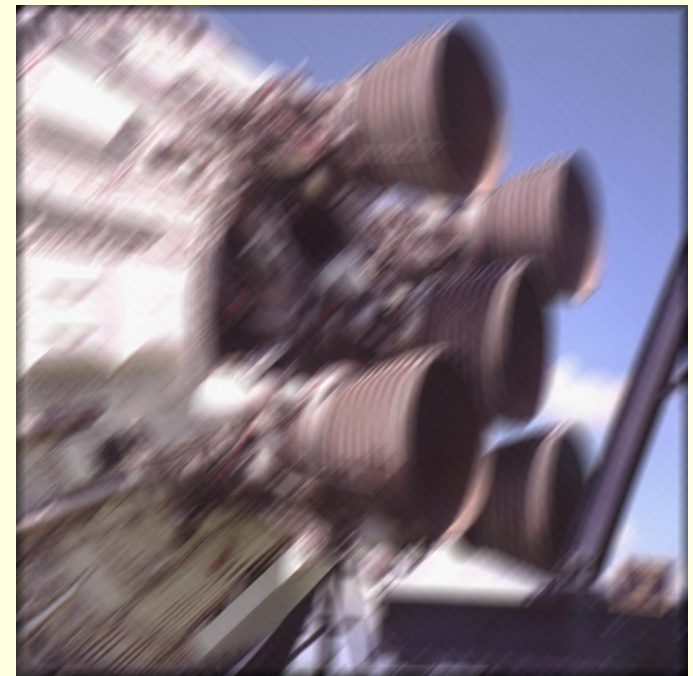
- Изглаждащ пространствен филтър
  - *Directional Blur*



изображение + шум



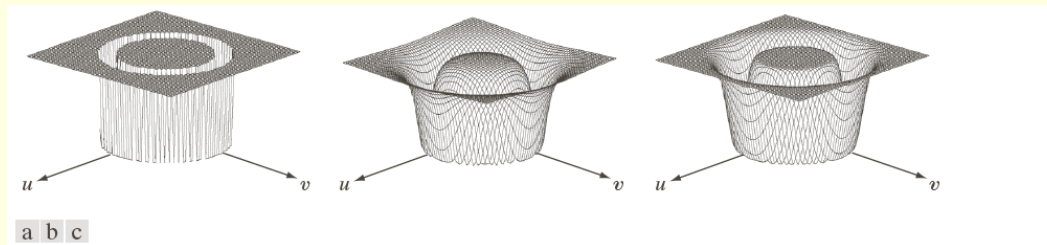
диагонална  
конвол.  
матрица



филтрирано изображение

# Филтрация на периодичен шум

## ■ *Band reject честотни филтри*

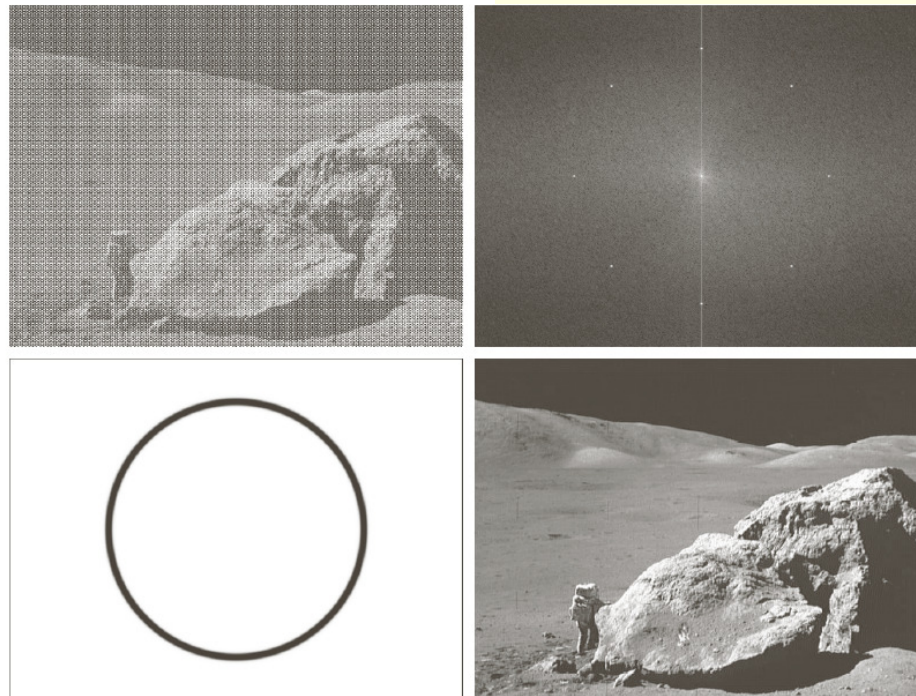


**FIGURE 5.15** From left to right, perspective plots of ideal, Butterworth (of order 1), and Gaussian bandreject filters.

a b  
c d

### FIGURE 5.16

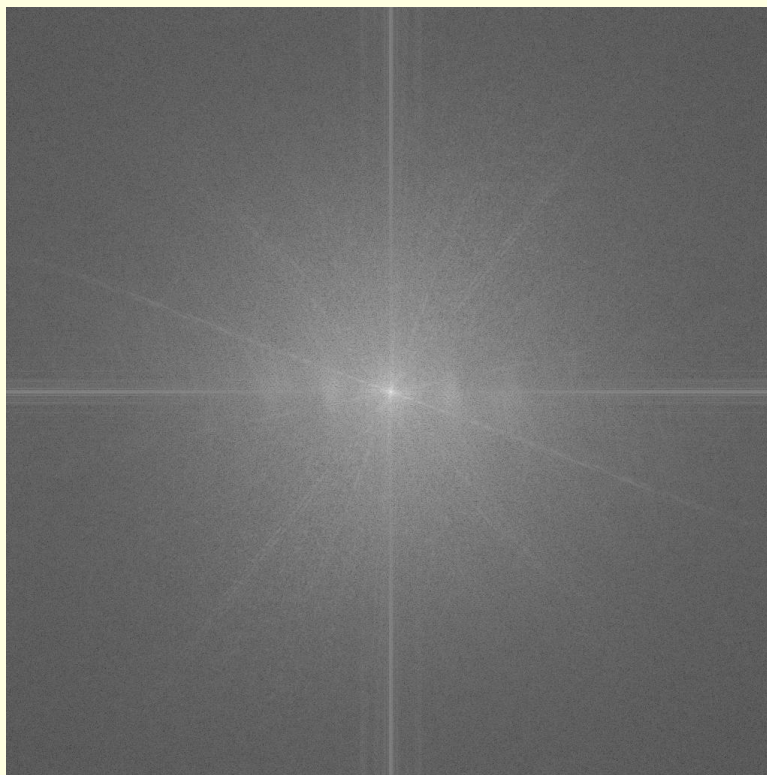
(a) Image corrupted by sinusoidal noise.  
(b) Spectrum of (a).  
(c) Butterworth bandreject filter (white represents 1).  
(d) Result of filtering.  
(Original image courtesy of NASA.)



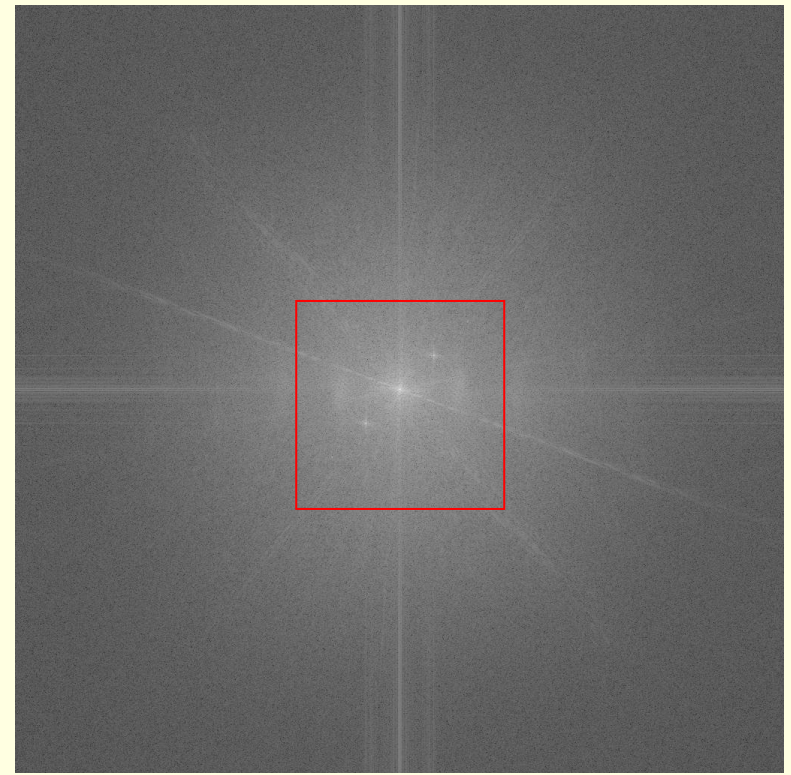
# Филтрация на периодичен шум

---

Спектрална функция на изображение с периодичен шум



оригинално изображение



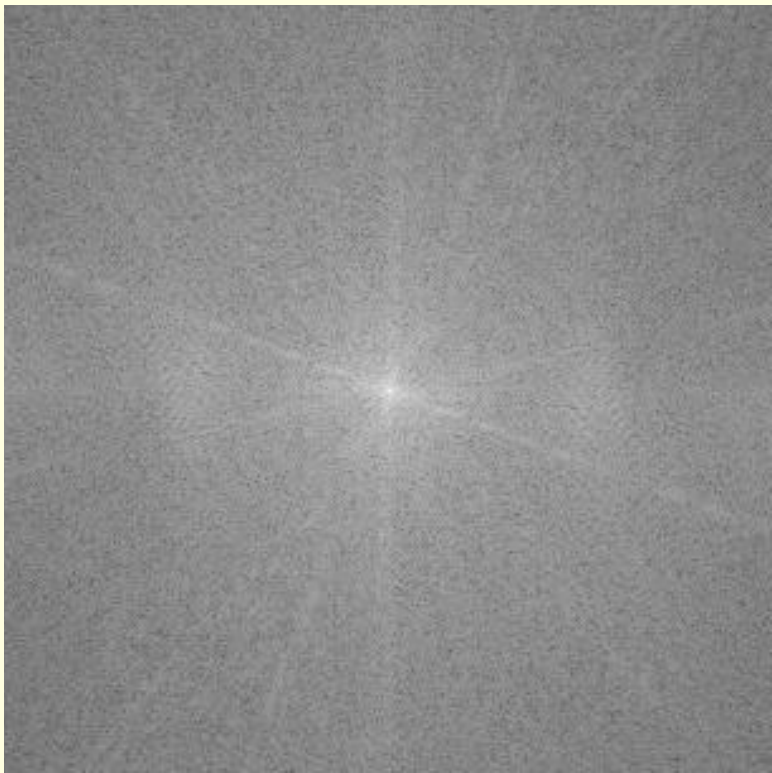
изображение + шум



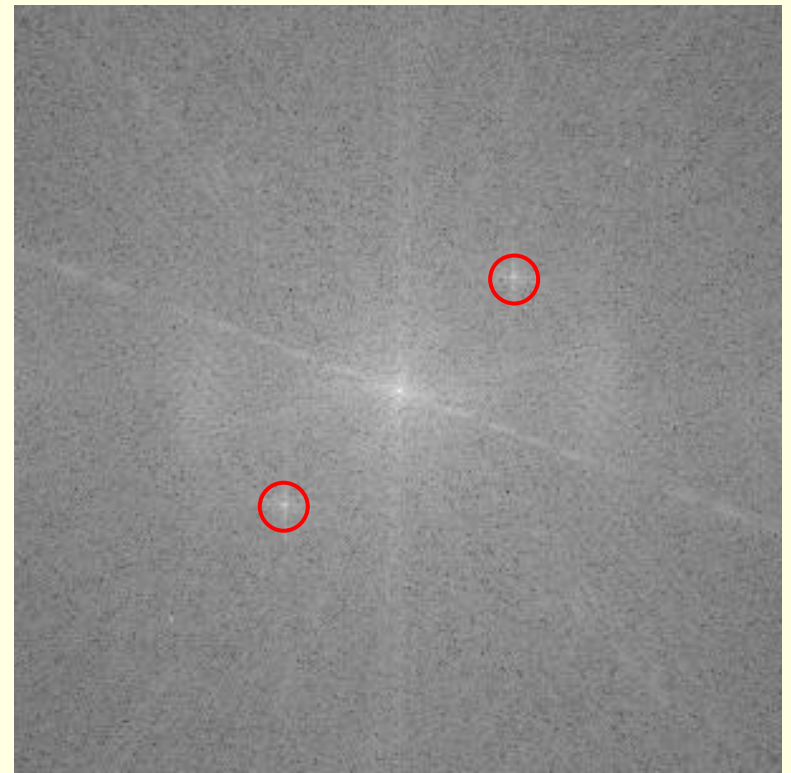
# Филтрация на периодичен шум

---

Нискочестотна област на спектралната функция



оригинално изображение

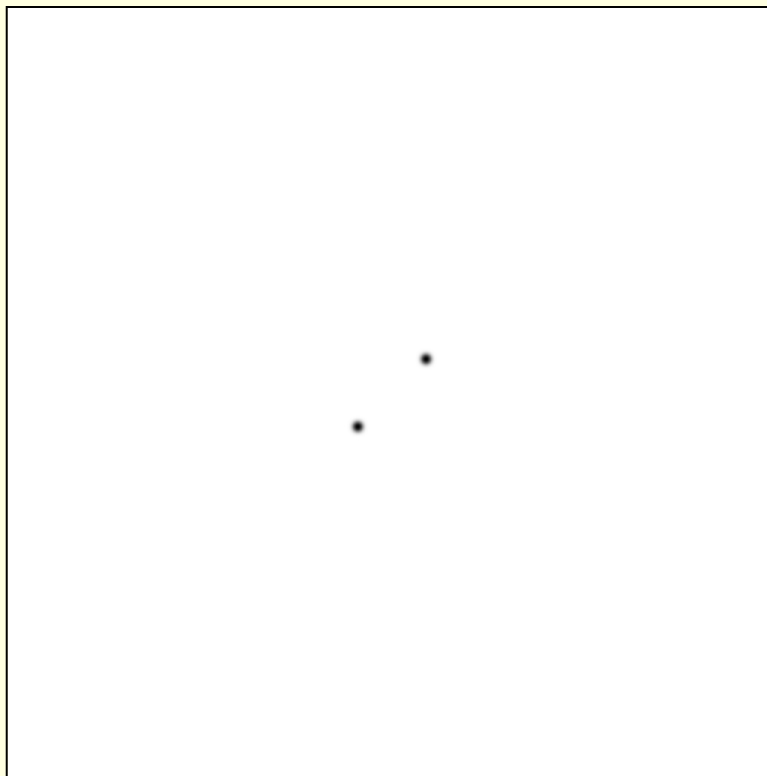


изображение + шум

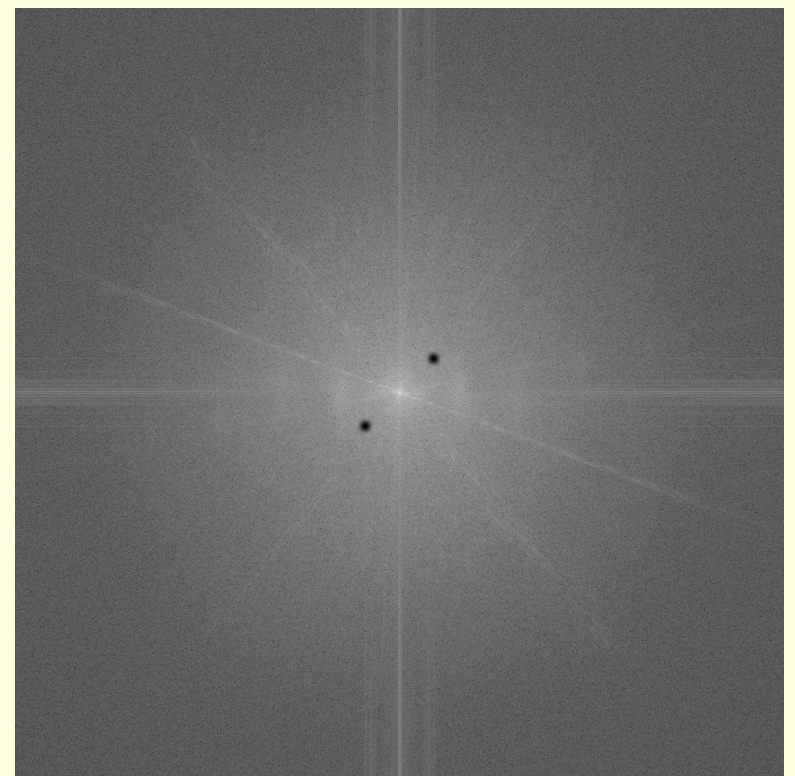
# Филтрация на периодичен шум

- Точков честотен филтър

- ***Notch Filter***



маска на шума

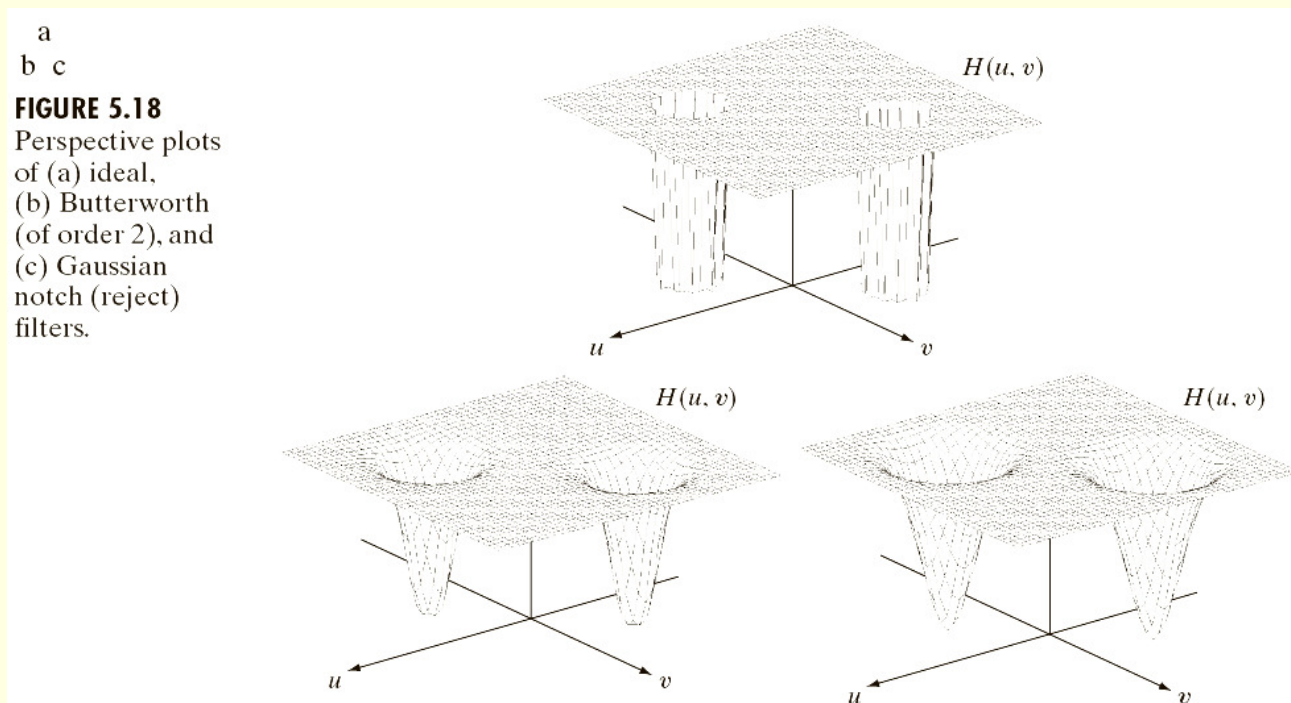


спектрална функция на  
маскираното честотно представяне

# Филтрация на периодичен шум

- Точков честотен филтър

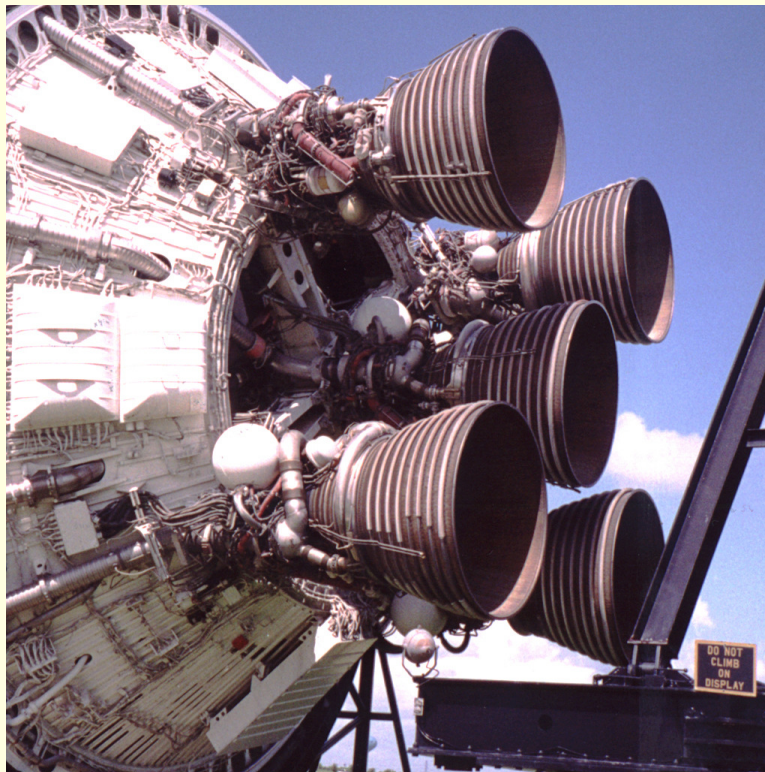
- **Notch Filter**





# Филтрация на периодичен шум

- Обратна Фурие трансформация за маскираното честотно представяне



оригинално изображение

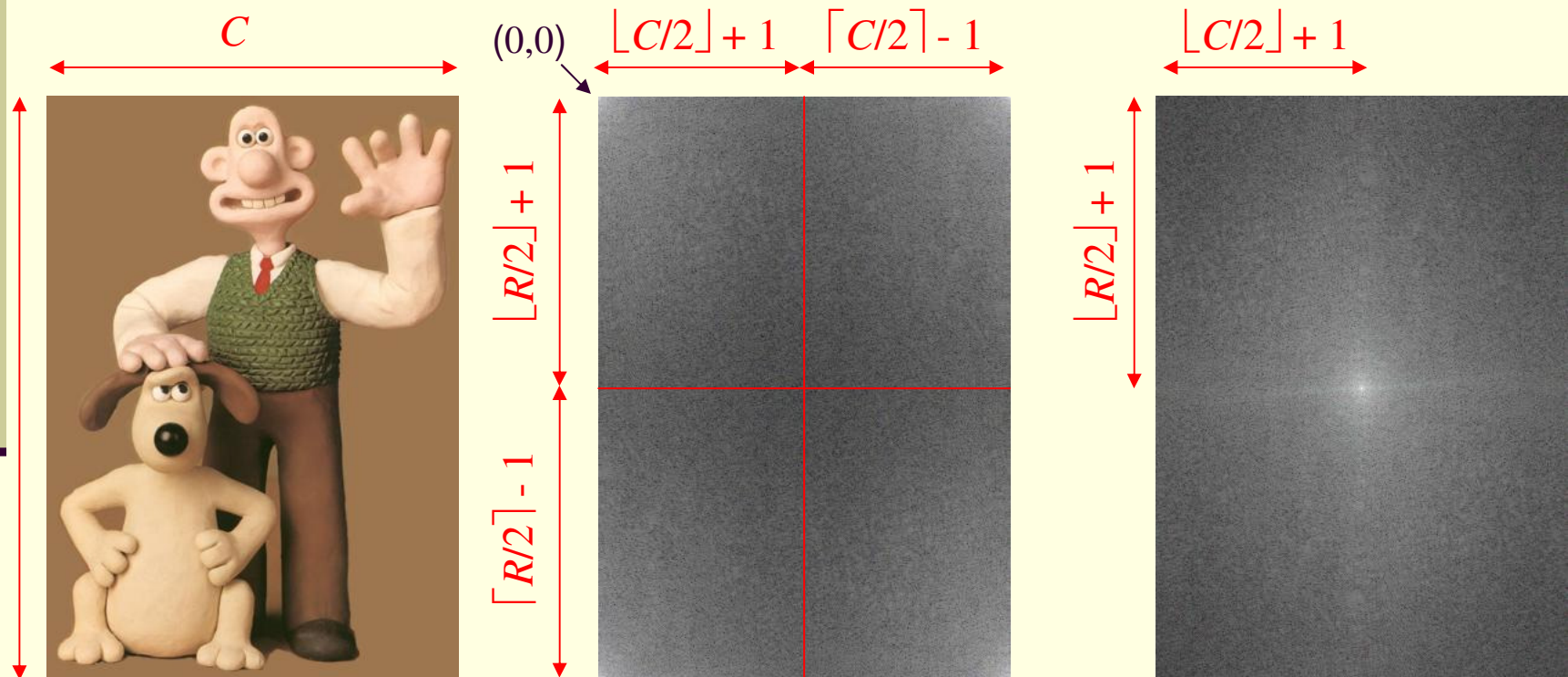


филтрирано изображение



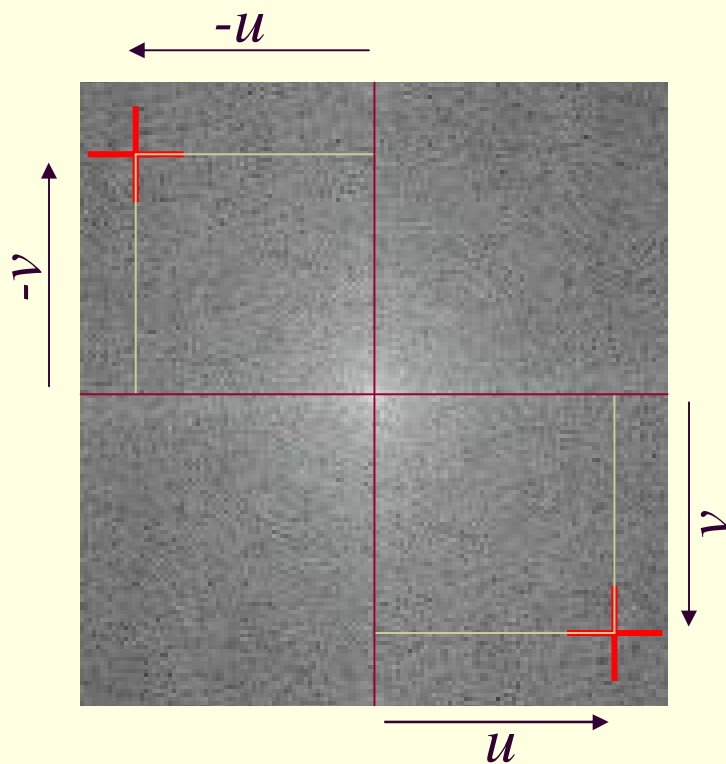
# Филтрация на периодичен шум

- Определяне на *честотата* и *периода* за точка в честотната област
  - логаритмично представяне на спектрлната функция



# Филтрация на периодичен шум

- Определяне на стойностите за честотите, съответстващи на точка в честотната област



$$\begin{aligned}v &= r_2 - \lfloor R/2 \rfloor - 1 \\ -v &= \lfloor R/2 \rfloor + 1 - r_1 \\ u &= c_2 - \lfloor C/2 \rfloor - 1 \\ -u &= \lfloor C/2 \rfloor + 1 - c_1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\lambda_{\text{wf}} &= \sqrt{\left(\frac{C}{u}\right)^2 + \left(\frac{R}{v}\right)^2} \\ \omega_{\text{wf}} &= \frac{1}{\lambda_{\text{wf}}} \\ \theta_{\text{wf}} &= \tan^{-1}\left(\frac{vC}{uR}\right)\end{aligned}$$

# Точка в честотната област

- В честотното представяне на изображение честотите  $\lambda_u$  и  $\lambda_v$  се представят пропорционално чрез стойностите на R и C

$$\lambda_u = \frac{C}{u} \text{ и } \lambda_v = \frac{R}{v} \text{ пиксела}$$

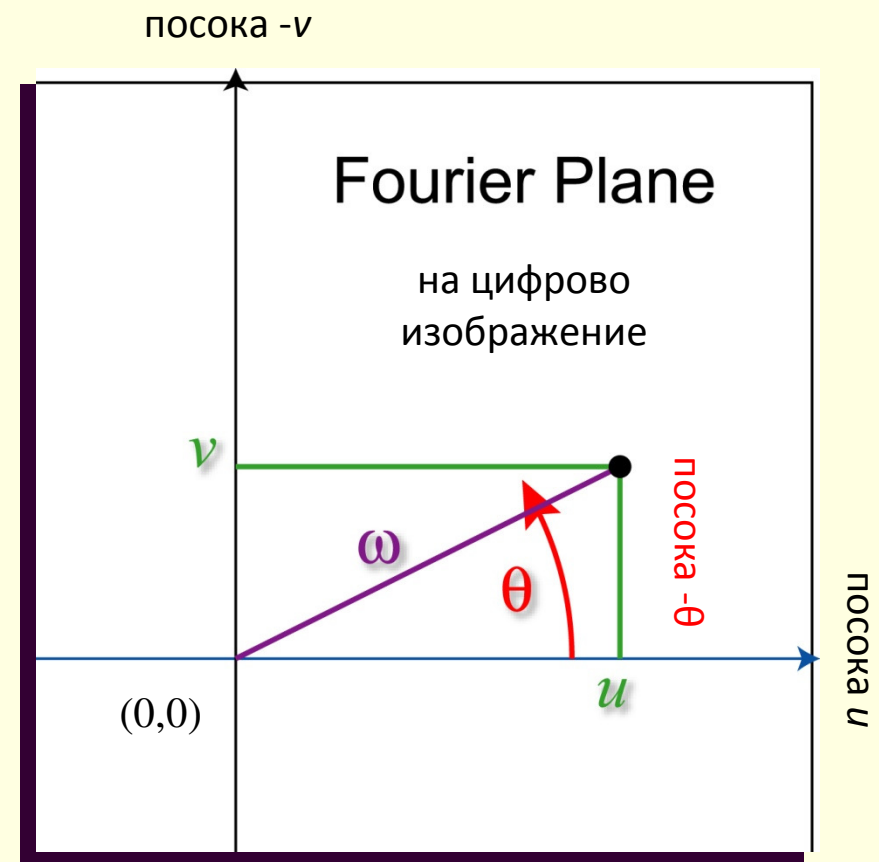
- посоката и дължината на вълната са

$$\theta_{wf} = \tan^{-1}\left(\frac{vC}{uR}\right), \quad \lambda_{wf} = \sqrt{\left(\frac{C}{u}\right)^2 + \left(\frac{R}{v}\right)^2}$$

- честотата се представя пропорционално чрез стойностите на R и C

$$\omega_u = \frac{u}{C}, \quad \omega_v = \frac{v}{R}$$

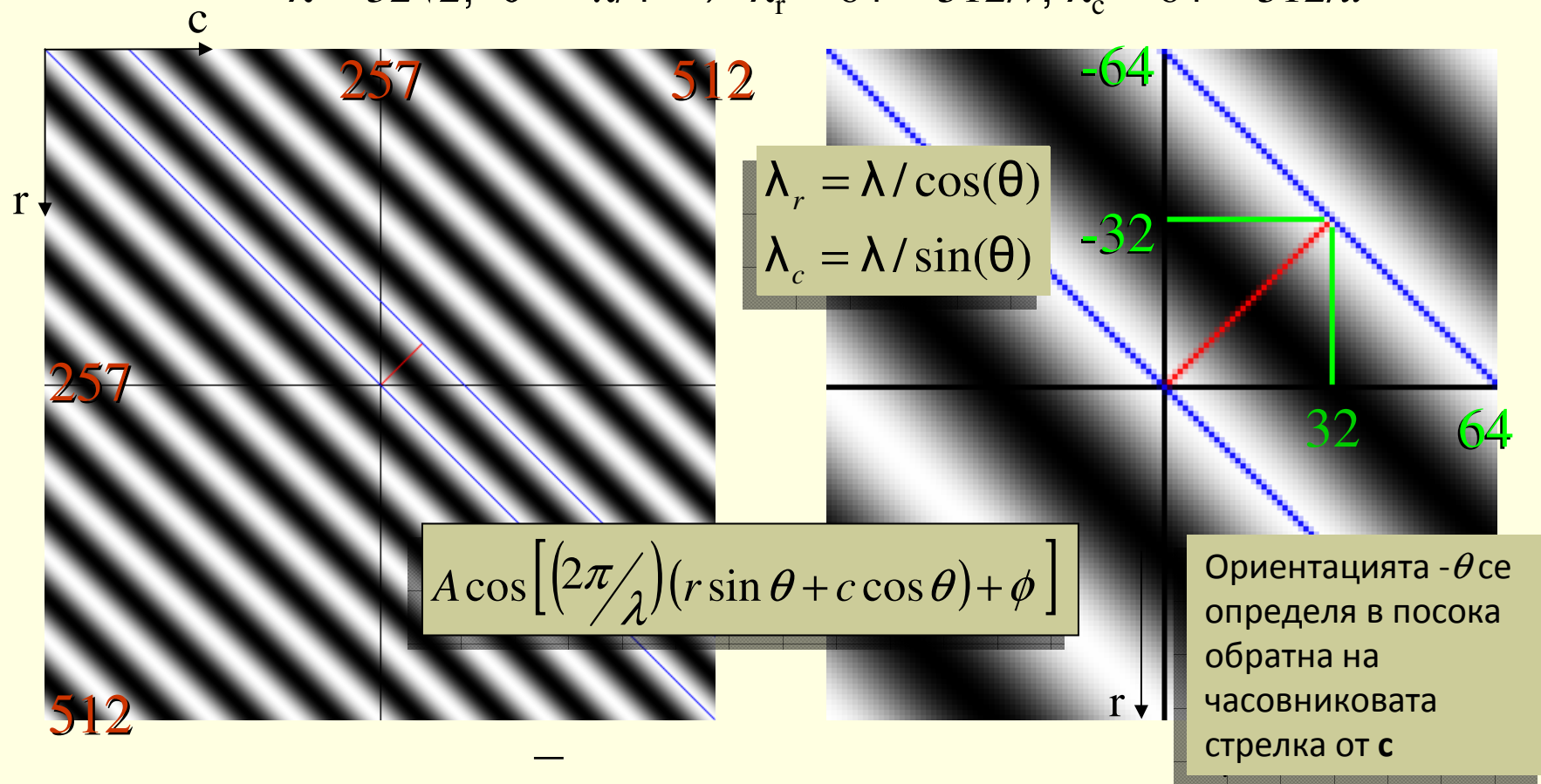
$$\omega_{wf} = 1 / \sqrt{\left(\frac{C}{u}\right)^2 + \left(\frac{R}{v}\right)^2} \text{ периода}$$



# Филтрация на периодичен шум

- Определяне на периода на синусоида в пространствената област

$$\lambda = 32\sqrt{2}, \theta = -\pi/4 \Rightarrow \lambda_r = 64 = 512/v, \lambda_c = 64 = 512/u$$

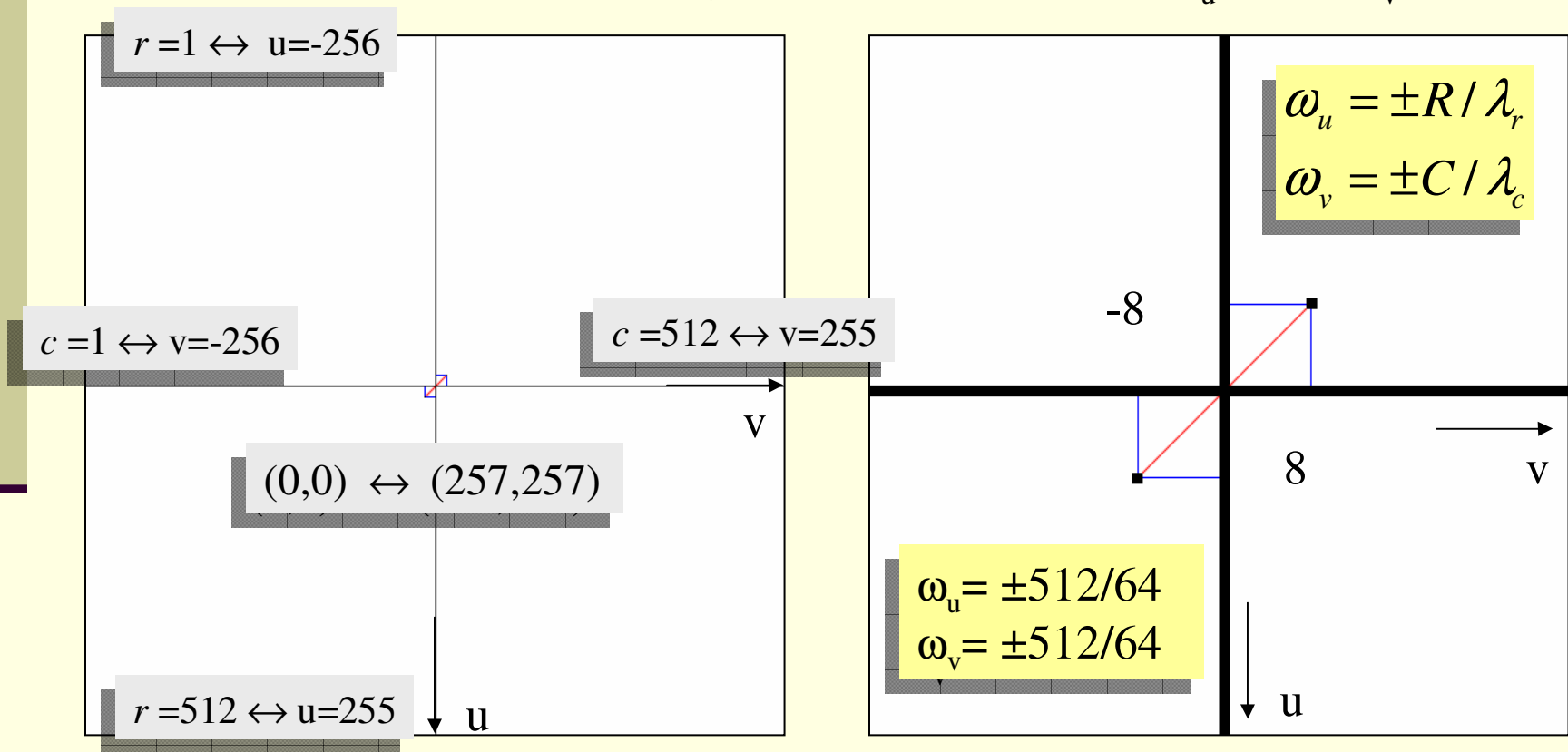




# Филтрация на периодичен шум

- Определяне на периода на синусоида в пространствената област

$$\omega = 8\sqrt{2}, \text{ ориентация} = 3\pi/4 \Rightarrow \omega_u = \pm 8, \omega_v = \pm 8$$



# Филтрация на периодичен шум

---

- Филтриране с точков честотен филтър
  - определя се спектралната функция на изображението
  - определят се пикове в честотното представяне
    - съответстват на периодичен шум
  - създава се маска с определените точки в честотното представяне
  - формират се региони с центрове точките в маската
  - прилага се изглаждащ филтър за маската
  - умножава се Фурие представянето на изображението с маската
  - филтрираното изображение се получава с обратна трансформация на Фурие

# Филтрация на периодичен шум

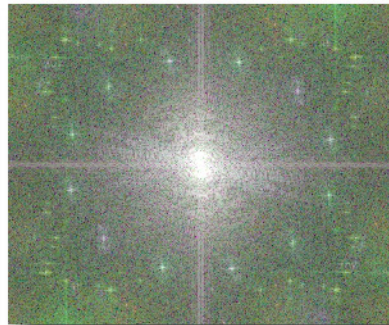
1. Входно изображение; 2. Спектрална функция; 3. Честотни компоненти; 4. Маска с позициите  
5. Региони в маската; 6. Изгладена маската; 7. Произв. на ФП с маската; 8. Обратно ФП

1.

Halftone Distortion



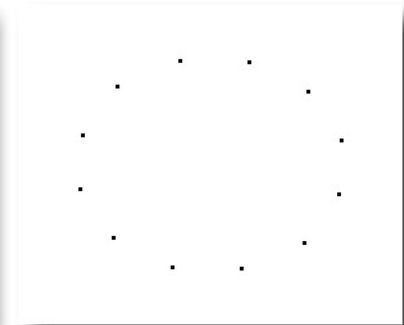
2.



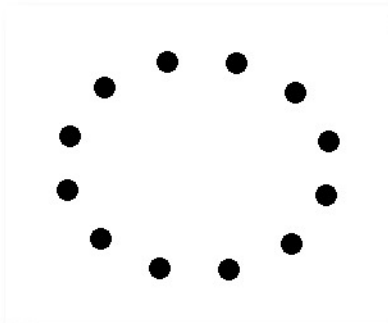
3.

```
HTDlocs = 499 297
          545 320
          571 358
          569 400
          542 438
          493 458
          439 457
          393 434
          367 396
          369 354
          396 316
          445 296
```

4.



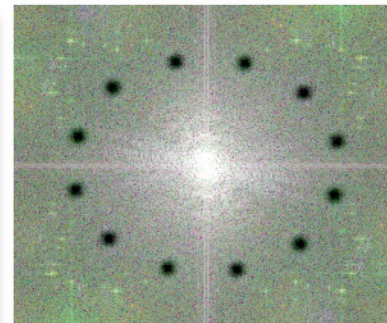
5.



6.



7.



8.



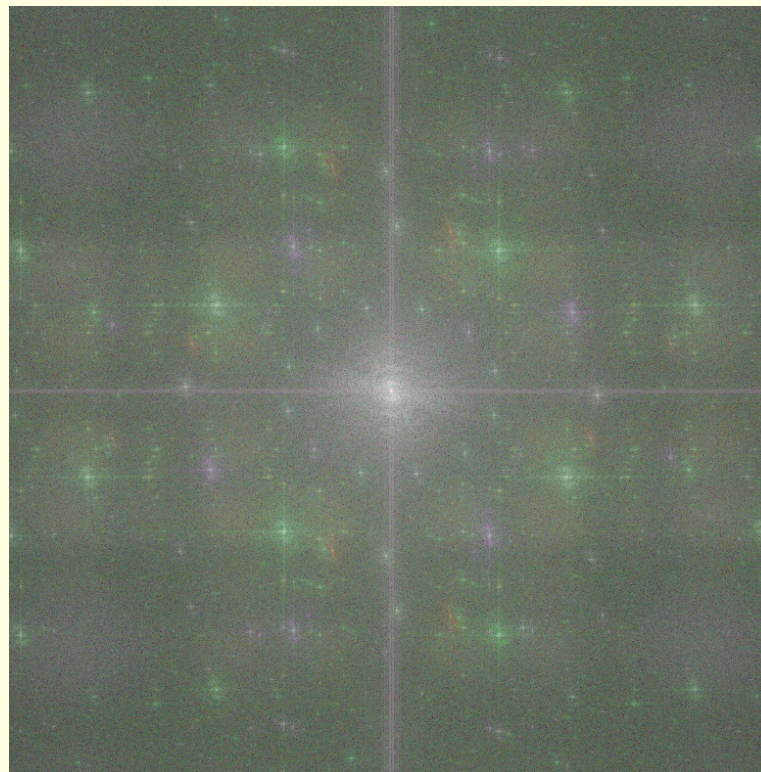
# Филтрация на периодичен шум

---

Филтриране с точков честотен филтър



оригинално изображение



спектрална функция

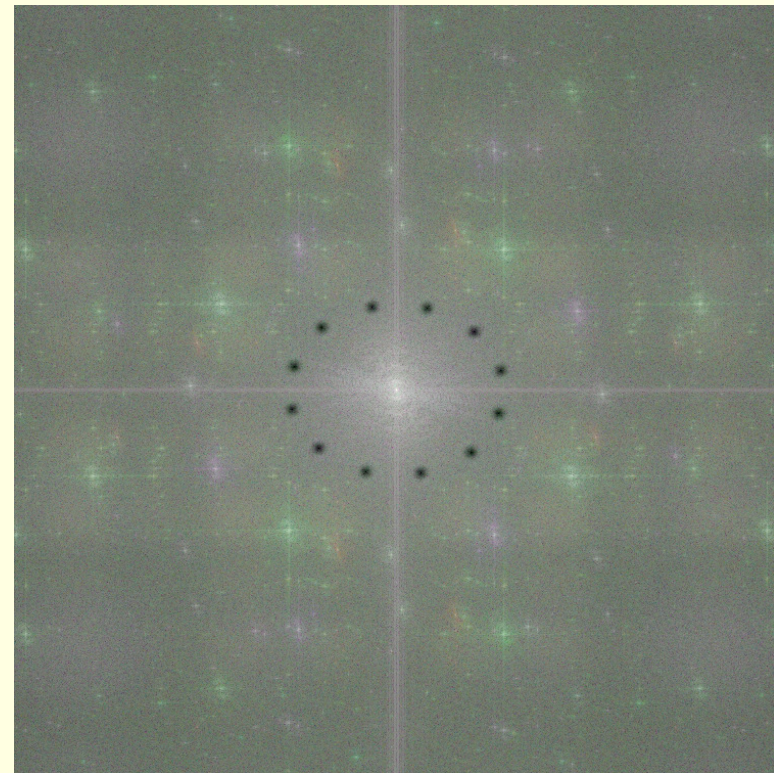


# Филтрация на периодичен шум

Филтриране с точков честотен филтър



маскиране на честотни компоненти 1



спектрална функция

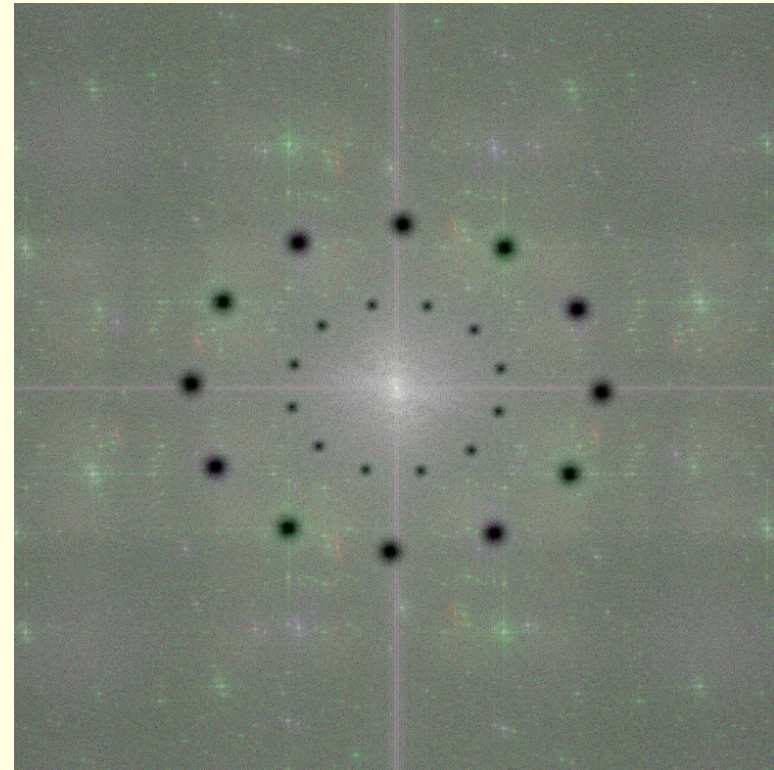


# Филтрация на периодичен шум

Филтриране с точков честотен филтър



маскиране на честотни компоненти 2



спектрална функция

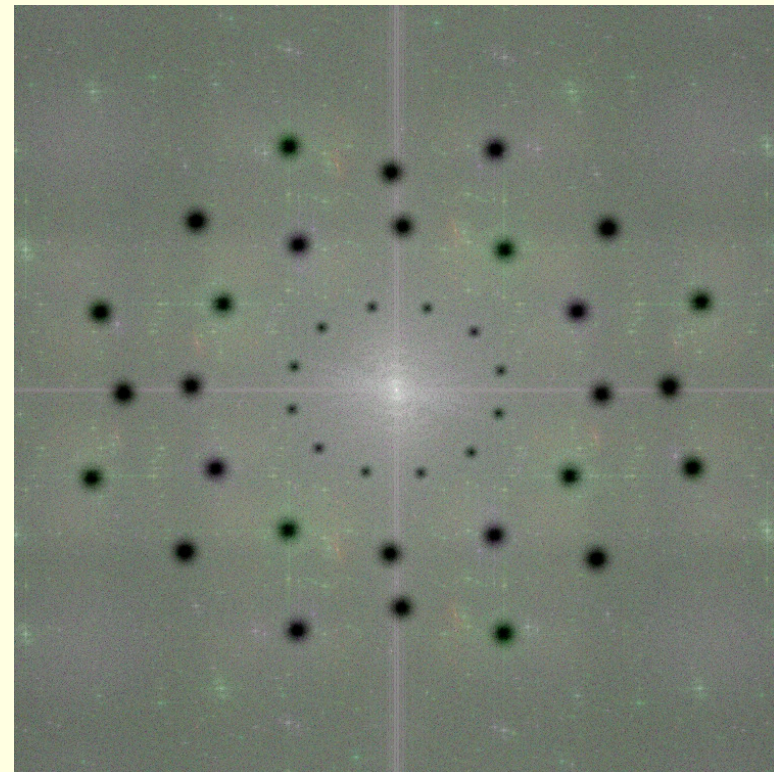


# Филтрация на периодичен шум

Филтриране с точков честотен филтър



маскиране на честотни компоненти 1



спектрална функция



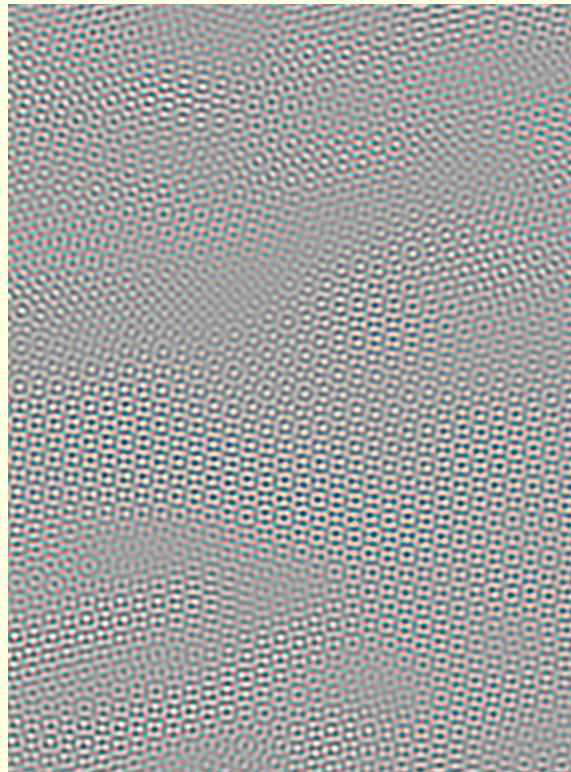
# Филтрация на периодичен шум

---

Филтриране с точков честотен филтър



оригинално изображение



разлика



маскиране на чест.комп.1



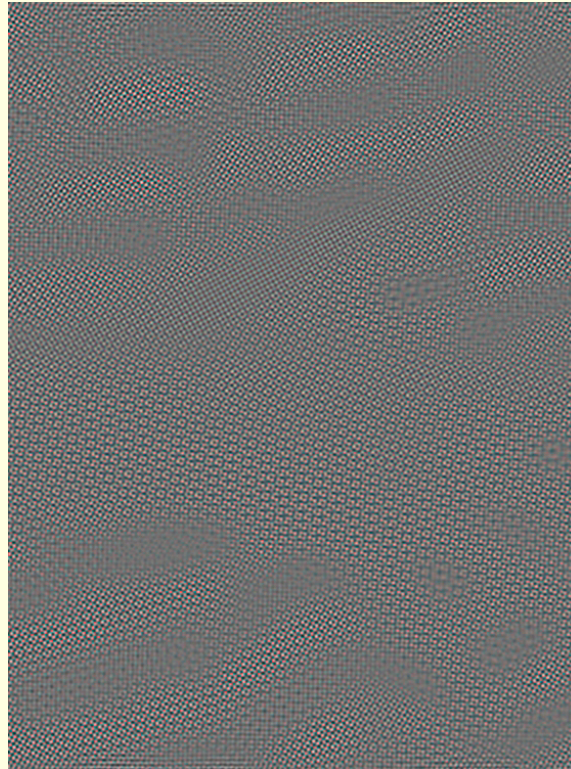
# Филтрация на периодичен шум

---

Филтриране с точков честотен филтър



маскиране на чест.комп.2



разлика



оригинално изображение



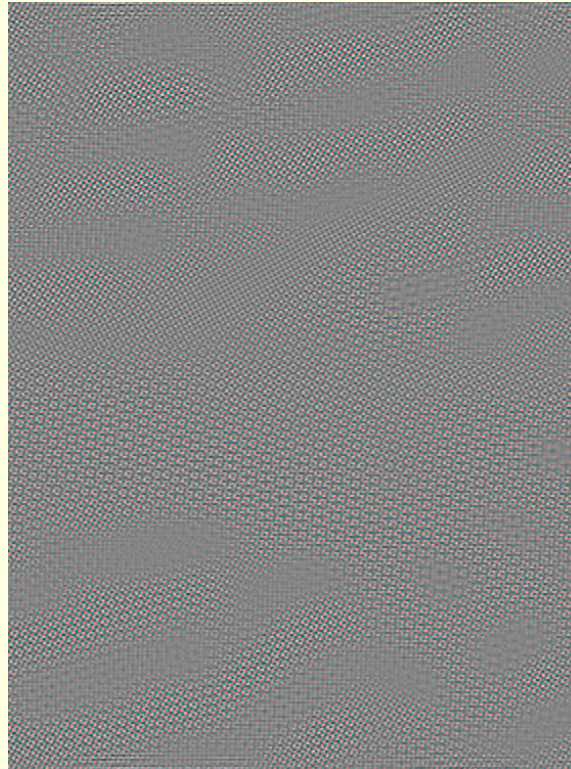
# Филтрация на периодичен шум

---

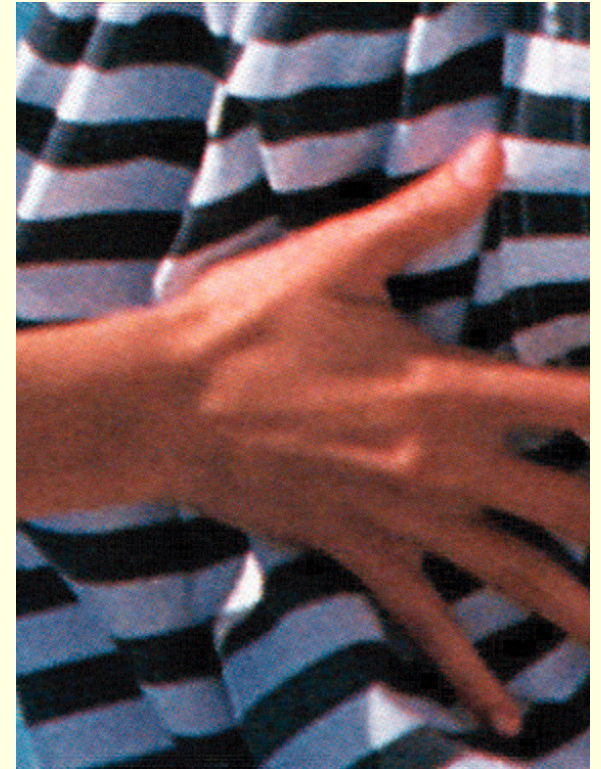
Филтриране с точков честотен филтър



оригинално изображение



разлика



маскиране на чест.комп.3



# Филтрация на периодичен шум

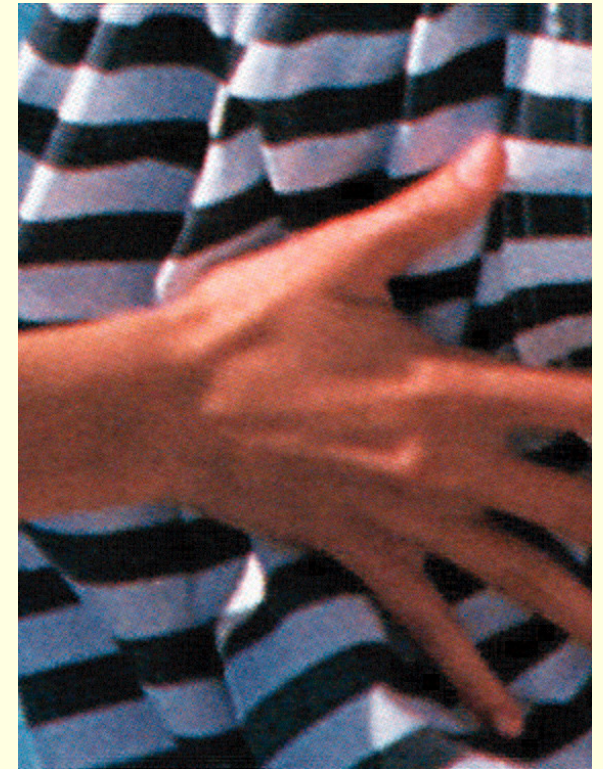
- С Гаусов филтър се изглажда цялото изображение
- С точков честотен филтър изглаждането е селективно



оригинално изображение

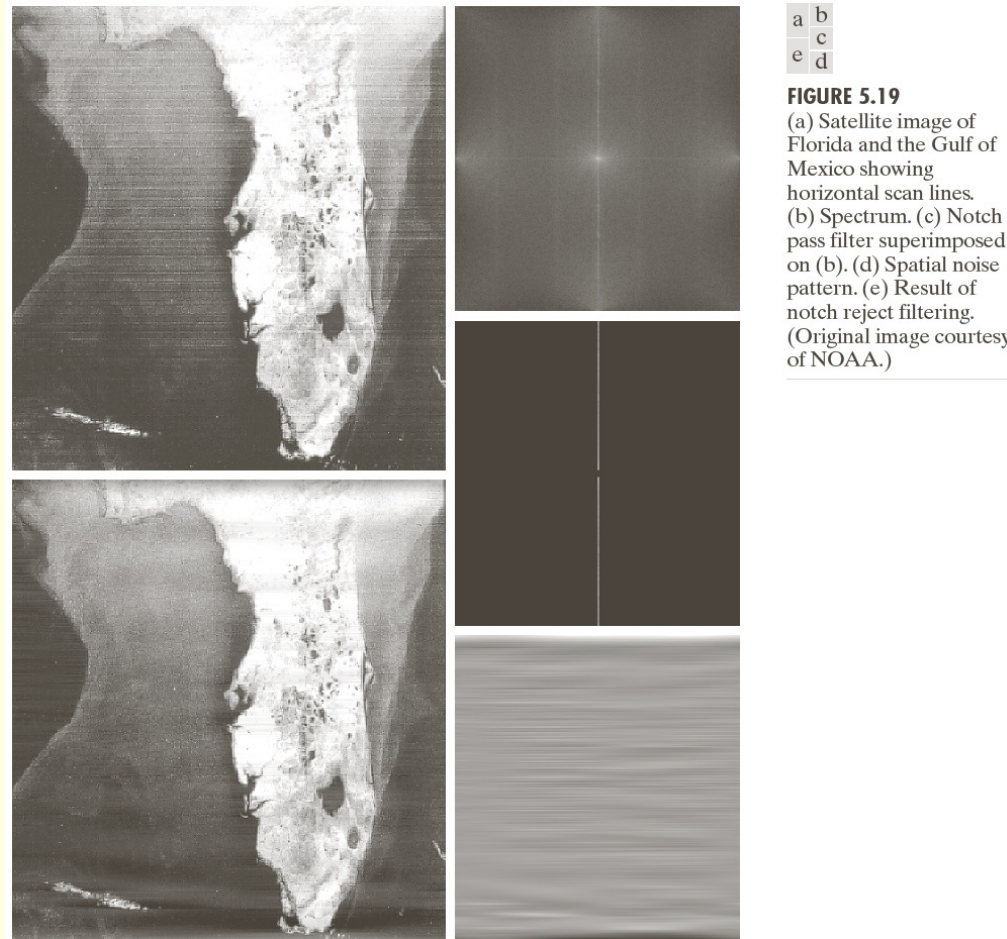


Гаусов филтър ( $\sigma = 4$ )



Точков филтър

# Филтрация на периодичен шум





# КРАЙ

Следваща тема:

*Геометрични операции с изображения*