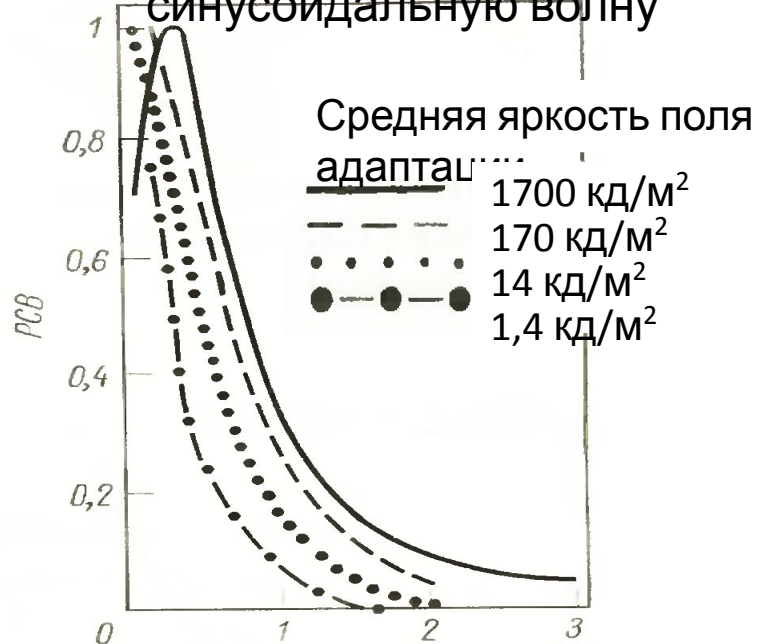


# Зрительное восприятие изображений

## Орган зрения (ОЗ) как пространственный частотный фильтр

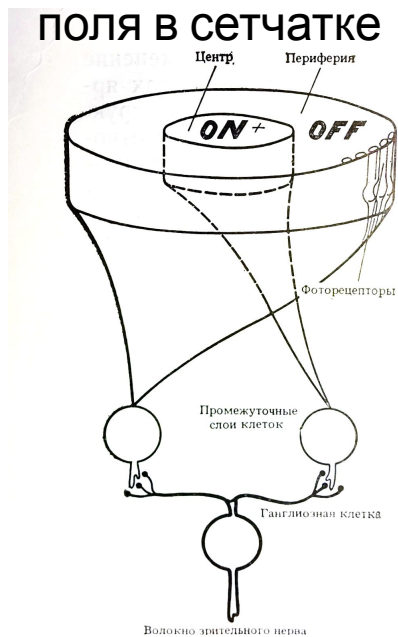
Реакция ОЗ на пространственную синусоидальную волну



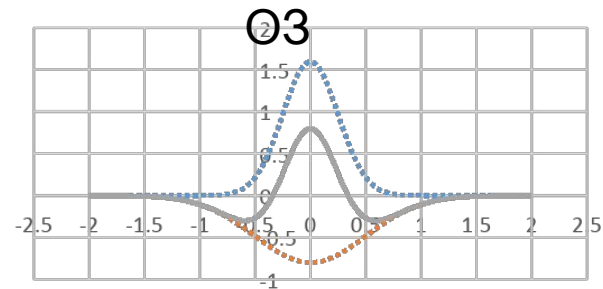
Пространственная частота, мрад<sup>-1</sup>



Схема рецептивного поля в сетчатке

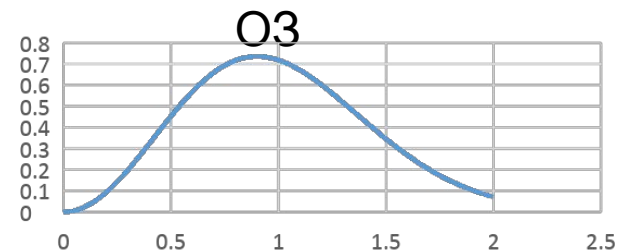


Пространственная импульсная реакция



$$p_{O3}(x, y) = -\frac{1}{2\pi} \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) \exp \left( -\frac{x^2 + y^2}{2r_{O3}^2} \right)$$

Пространственная ОПФ

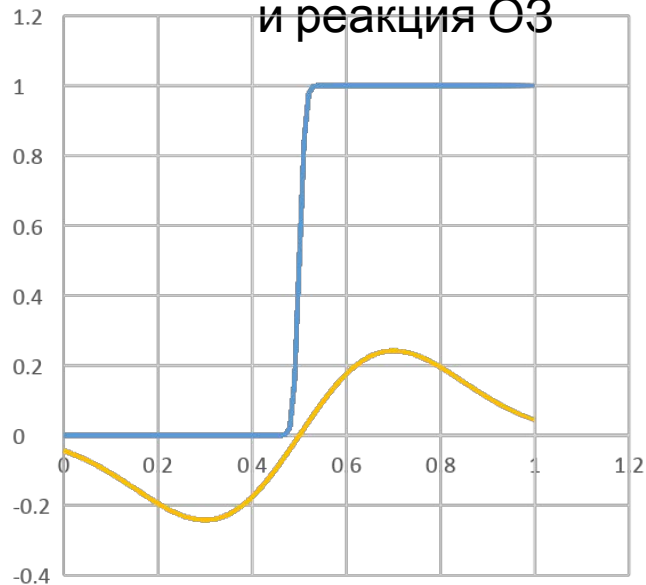


$$T_{O3}(\omega_x, \omega_y) = r_{O3}^2 (\omega_x^2 + \omega_y^2) \exp \left[ -r_{O3}^2 \frac{(\omega_x^2 + \omega_y^2)}{2} \right]$$

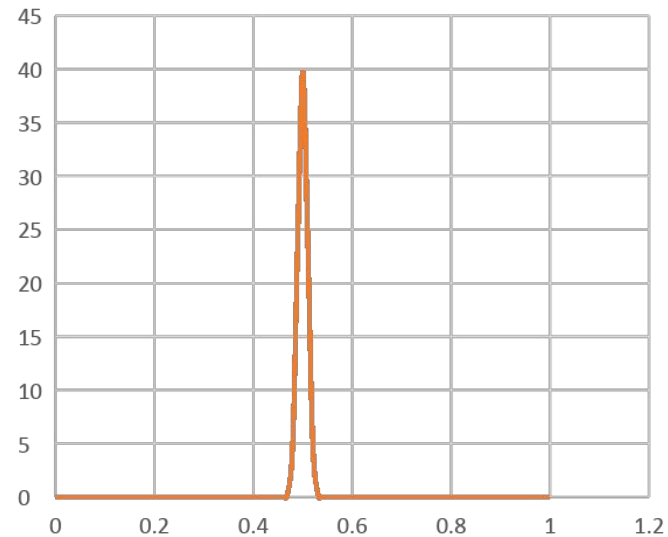
# Зрительное восприятие изображений

## Обнаружение перепада яркости органом зрения

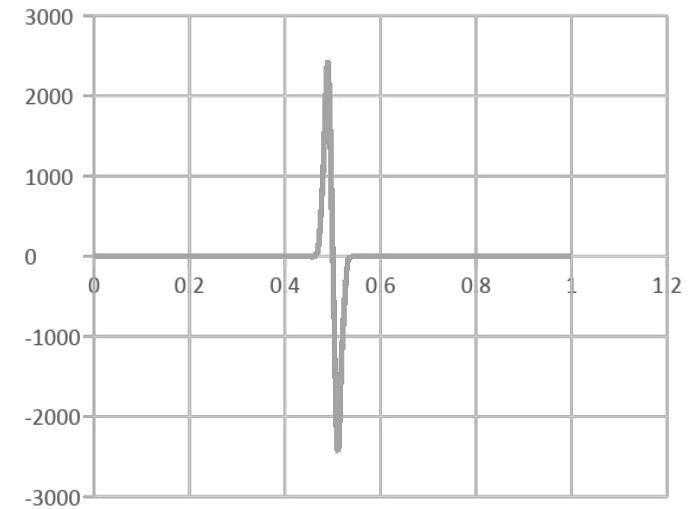
Перепад яркостей  
и реакция ОЗ



Первая производная  
перепада яркостей



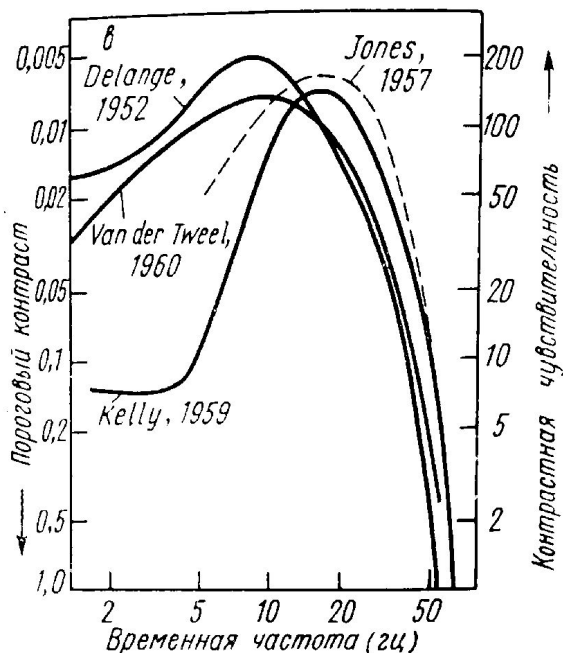
Вторая производная  
перепада яркостей



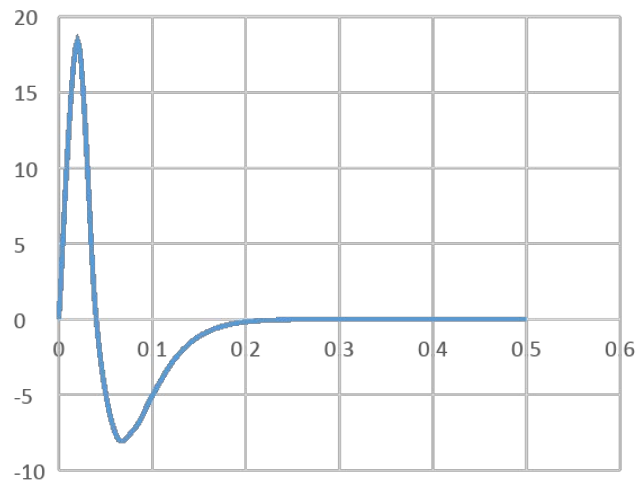
# Зрительное восприятие изображений

## Орган зрения как временной частотный фильтр

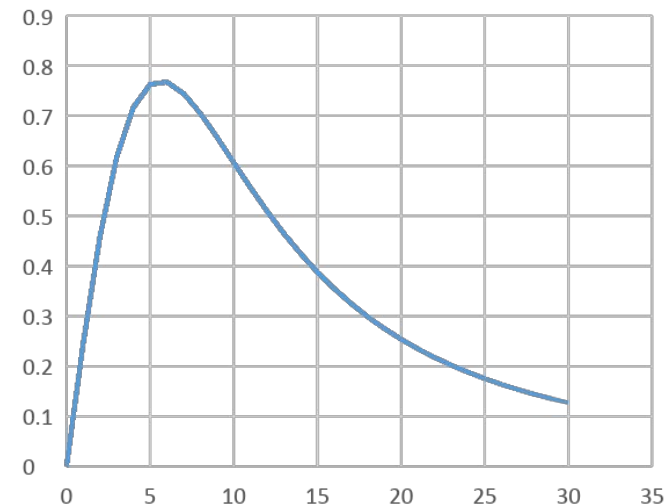
Реакция ОЗ на синусоидальное



Временная импульсная реакция ОЗ



Временная передаточная функция ОЗ



$$p_{O3}(t) = \frac{d}{dt} \left( \frac{t}{\tau_{O3}} \right)^2 \exp \left( -\frac{t}{\tau_{O3}} \right)$$

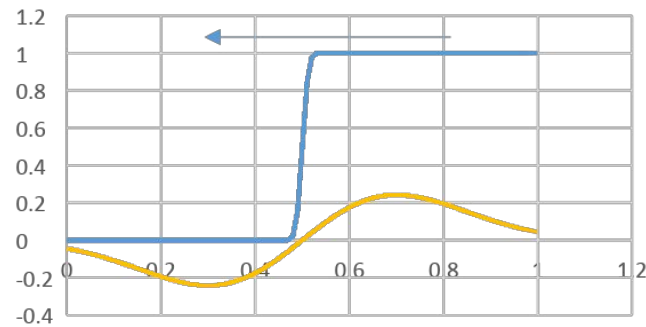
$$T_{O3}(f) = \frac{j4\pi\tau_{O3}f}{(1 + j2\pi\tau_{O3}f)^3}$$

$$|T_{O3}(f)| = \frac{4\pi\tau_{O3}f}{[1 + (2\pi\tau_{O3}f)^2]^{1,5}}$$

# Зрительное восприятие изображений

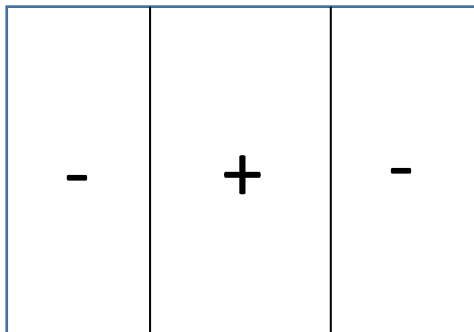
## Обнаружение движения органом зрения

Движение перепада  
яркости



$$L(x - Vt) \approx U(x - Vt)$$

$$L(x - Vt) * p_{03}(x) \approx \frac{x - Vt}{\sqrt{2\pi}r_{03}} \exp\left[-\frac{(x - Vt)^2}{2r_{03}^2}\right]$$

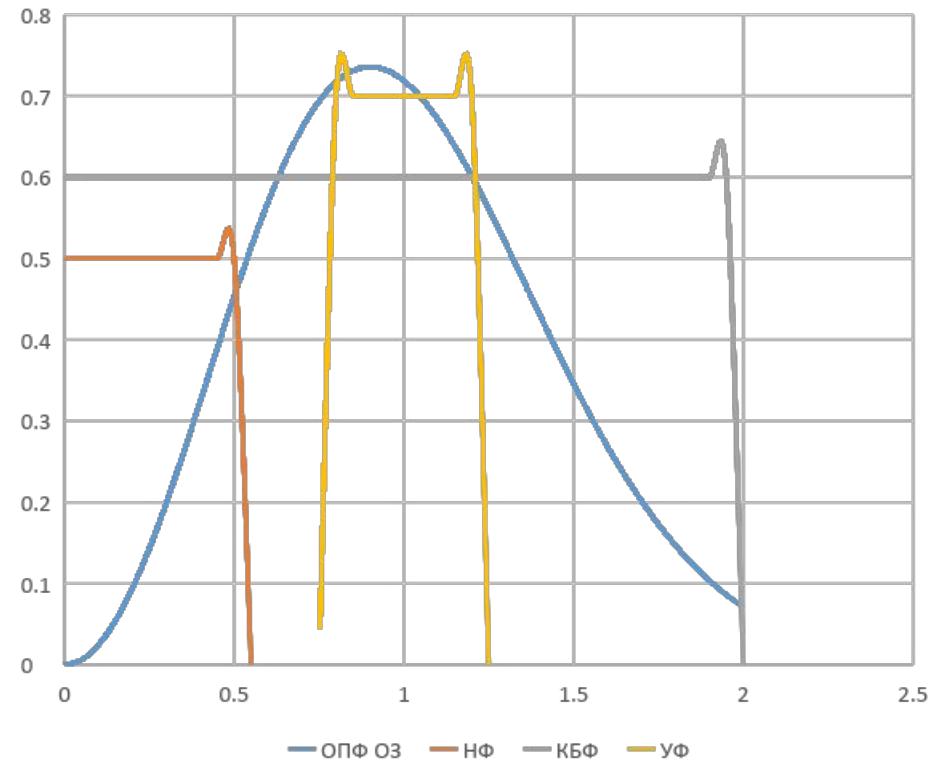
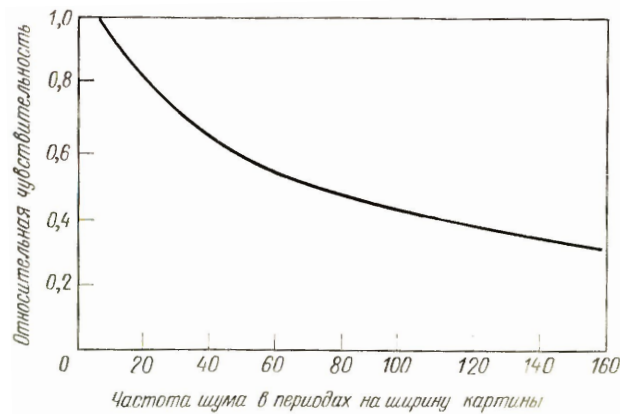


$$[L(x - Vt) * p_{03}(x)] * p_{03}(t)$$

# Зрительное восприятие изображений

## Визуальная чувствительность к пространственным шумам

- Низкочастотный шум
- Квазибелый шум
- Узкополосный шум



# Зрительное восприятие изображений

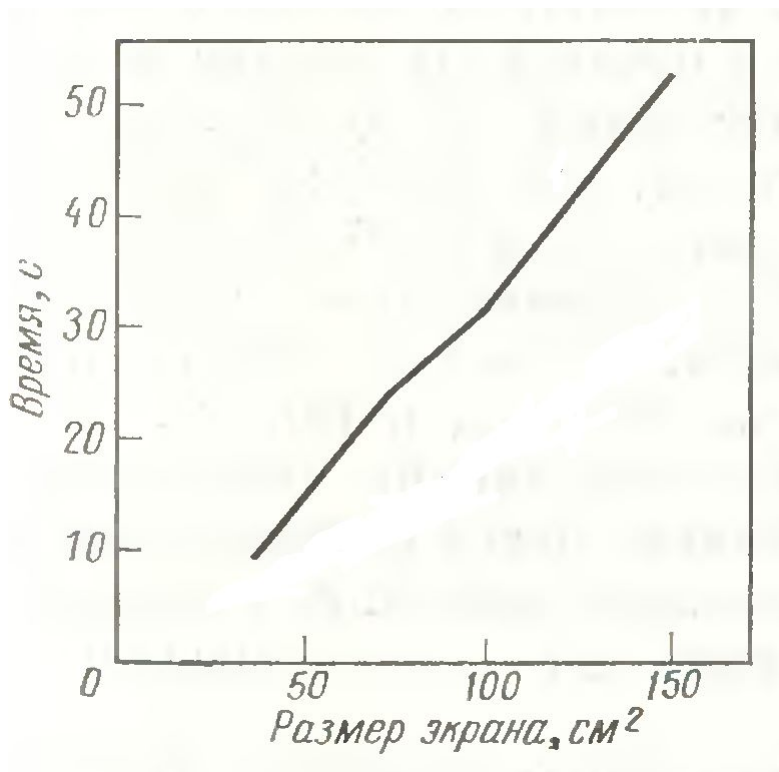
## Закономерности визуального поиска объекта в поле зрения

- Максимальное число точек фиксации приходится на центр картины
- Большое число точек фиксации сосредоточено в правой и нижней частях картины, в остальных участках точек меньше
- Время фиксации уменьшается, а расстояние между точками фиксации увеличивается с увеличением углового размера картины
- При угловом размере, меньшем  $9^\circ$ , эффективность поиска резко снижается, поскольку увеличивается число точек фиксации, лежащих за пределами картины
- При угловом размере, большем  $9^\circ$ , число точек фиксации в центре возрастает за счет точек на периферии и соответствующим образом уменьшается эффективность поиска
- Верхний левый угол картины обследуется реже всего

# Зрительное восприятие изображений

## Закономерности визуального поиска объекта в поле зрения

Время поиска



Вероятность обнаружения

$$P = 1 - \exp(-mt)$$

$$m = \frac{-\ln(1 - P_1)}{t_{\text{ц}}}$$

$t_{\text{ц}}$  — время одного цикла поиска

$P_1$  — вероятность обнаружения за один цикл