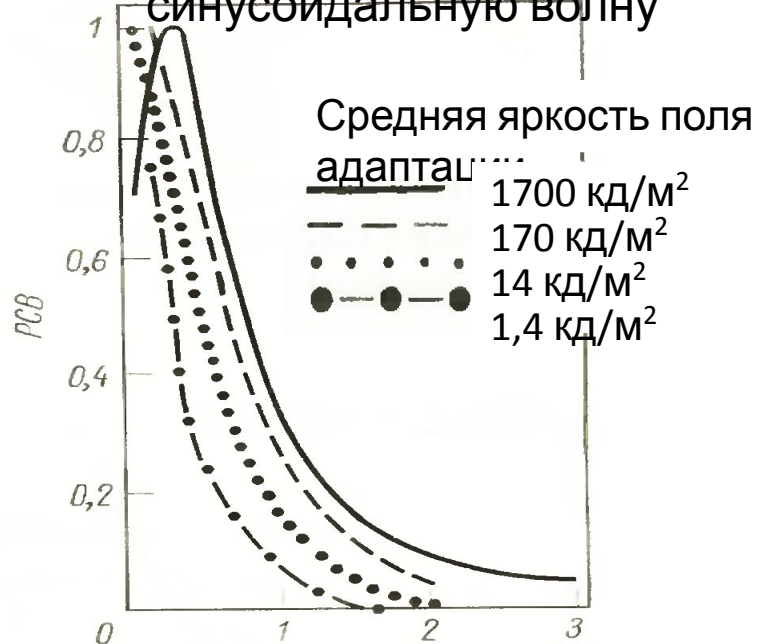


Зрительное восприятие изображений

Орган зрения (ОЗ) как пространственный частотный фильтр

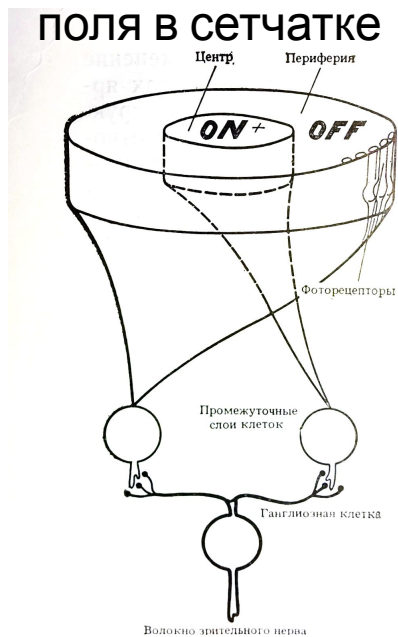
Реакция ОЗ на пространственную синусоидальную волну



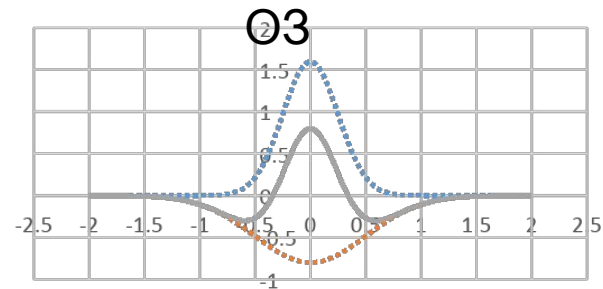
Пространственная частота, мрад⁻¹



Схема рецептивного поля в сетчатке

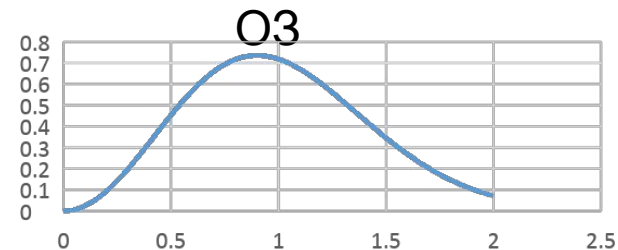


Пространственная импульсная реакция



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

Пространственная ОПФ

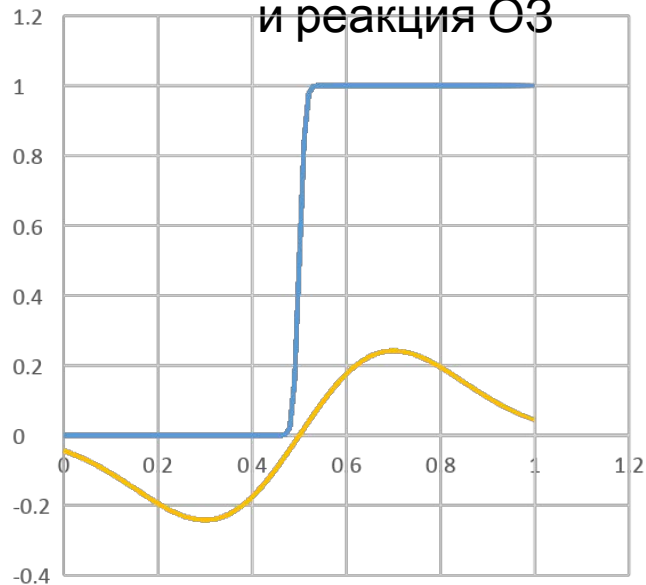


$$T_{O3}(\omega_x, \omega_y) = r_{O3}^2 (\omega_x^2 + \omega_y^2) \exp \left[-r_{O3}^2 \frac{(\omega_x^2 + \omega_y^2)}{2} \right]$$

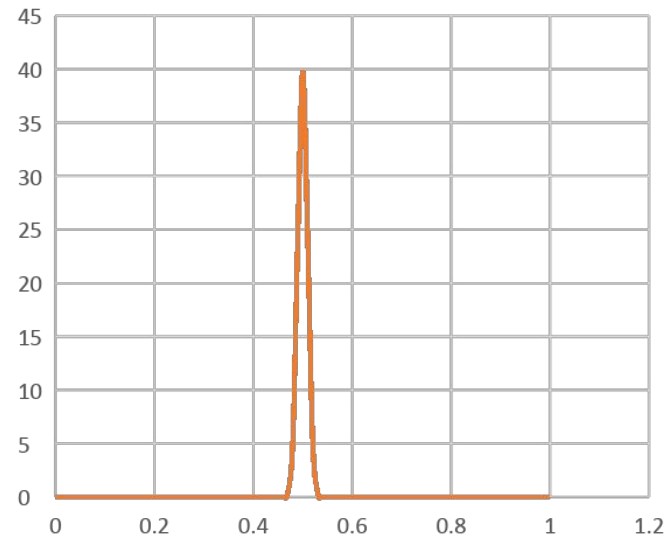
Зрительное восприятие изображений

Обнаружение перепада яркости органом зрения

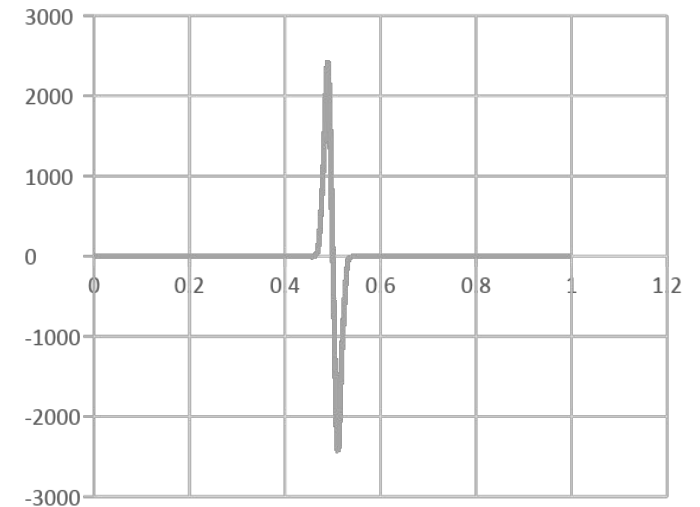
Перепад яркостей
и реакция ОЗ



Первая производная
перепада яркостей



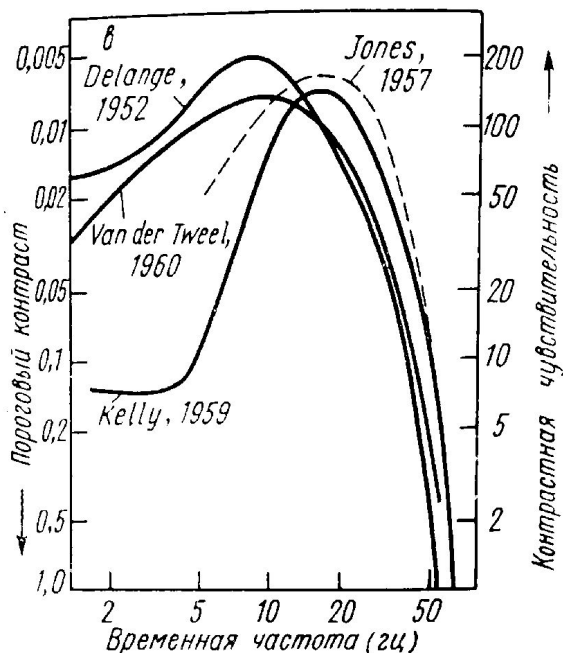
Вторая производная
перепада яркостей



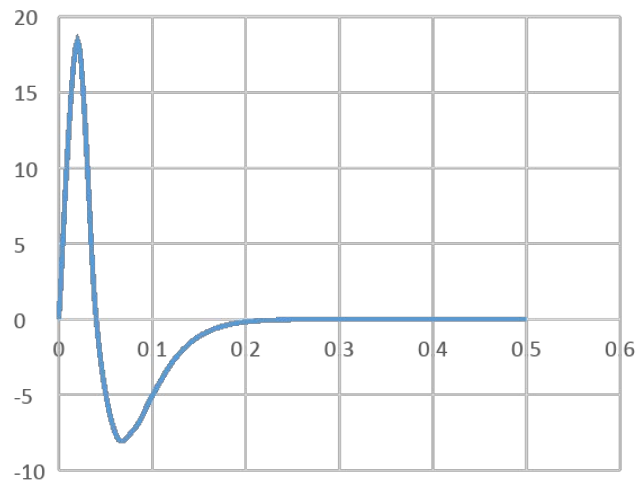
Зрительное восприятие изображений

Орган зрения как временной частотный фильтр

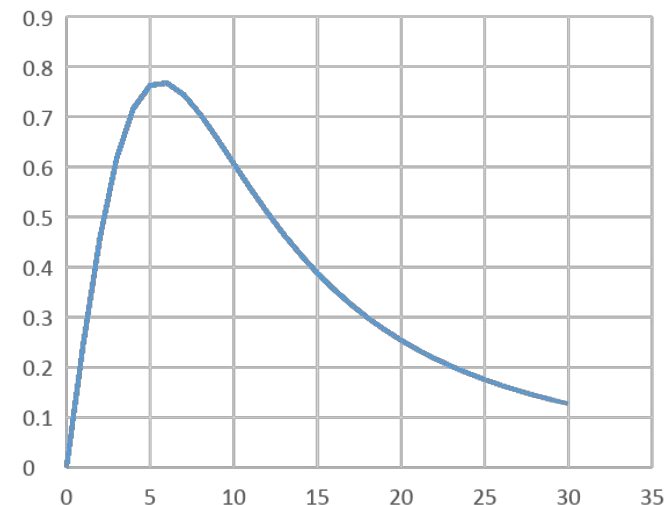
Реакция ОЗ на синусоидальное



Временная импульсная реакция ОЗ



Временная передаточная функция ОЗ



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

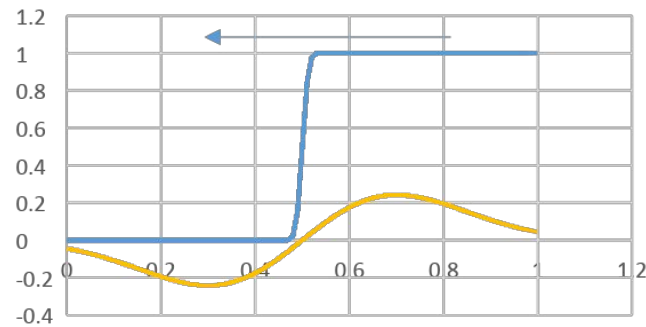
$$T_{O3}(f) = \frac{j4\pi\tau_{O3}f}{(1 + j2\pi\tau_{O3}f)^3}$$

$$|T_{O3}(f)| = \frac{4\pi\tau_{O3}f}{[1 + (2\pi\tau_{O3}f)^2]^{1.5}}$$

Зрительное восприятие изображений

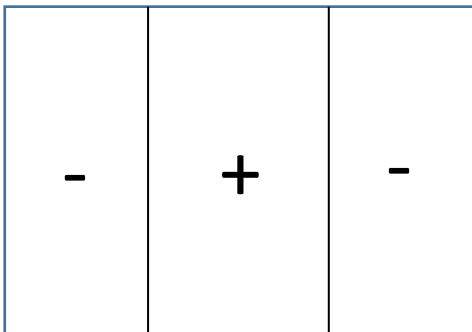
Обнаружение движения органом зрения

Движение перепада
яркости



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

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

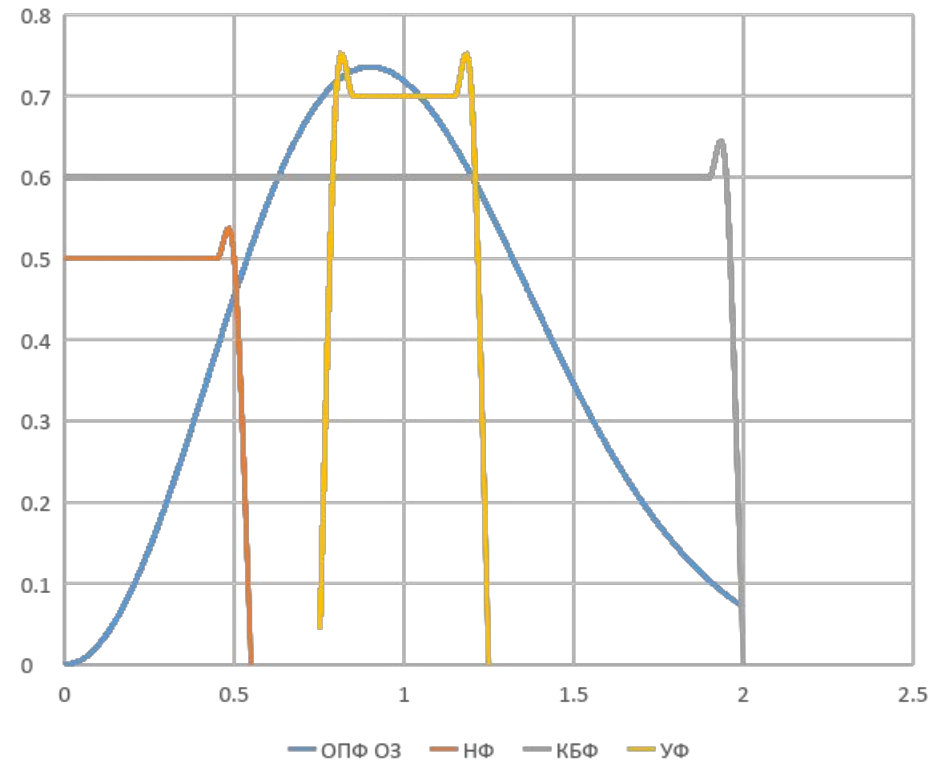
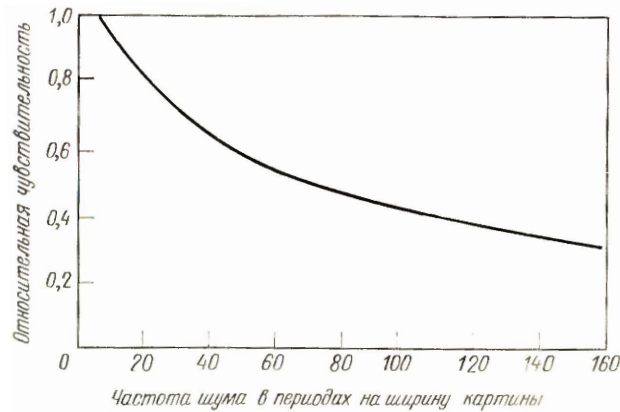


$$[L(x - Vt) * p_{03}(x)] * p_{03}(t)$$

Зрительное восприятие изображений

Визуальная чувствительность к пространственным шумам

- Низкочастотный шум
- Квазибелый шум
- Узкополосный шум



Зрительное восприятие изображений

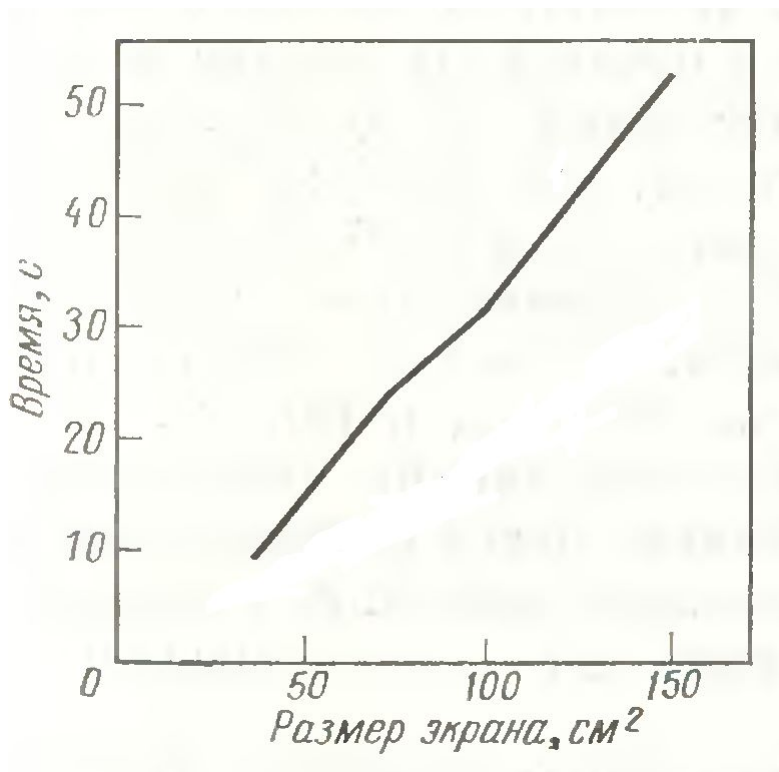
Закономерности визуального поиска объекта в поле зрения

- 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° , эффективность поиска резко снижается, поскольку увеличивается число точек фиксации, лежащих за пределами картины
- При угловом размере, большем 9° , 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