

# Цифровой анализ изображений

Лекция 3

## Зрение

# Understanding HVS, Why?

- Image is to be SEEN!
- Perceptual Based Image Processing
  - » Focus on perceptually significant information
  - » Discard perceptually insignificant information
- Issues:
  - » Biological
  - » Psychophysical

# Глаза разных форм оптимизированы по разному.



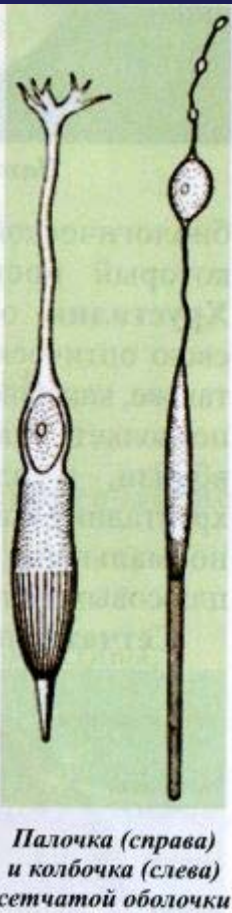
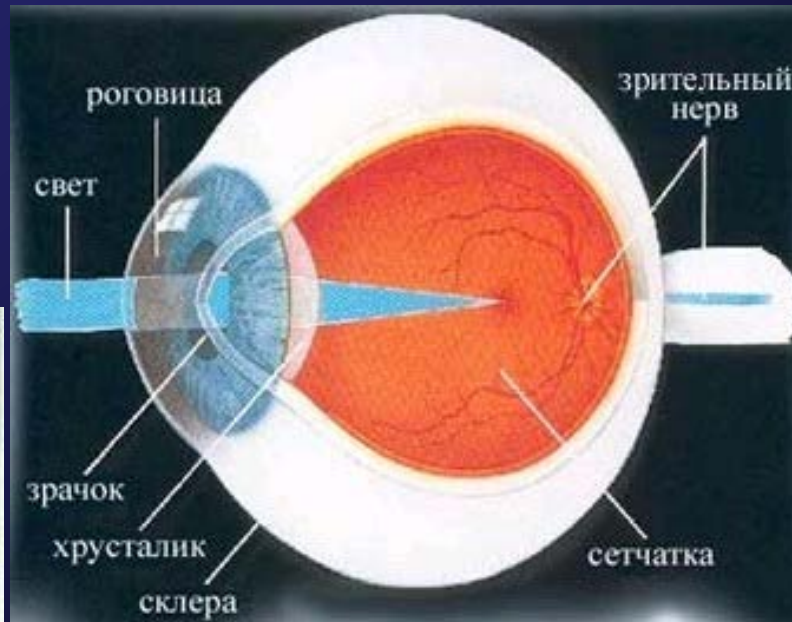
Глаза паука состоят из нескольких наборов с множества отдельных линз и датчиков, производя сравнительно низкое разрешение, но широкий охват. Глаза птиц имеют высокую остроту и разрешение. Хамелеон может поворачивать глаза самостоятельно отслеживать различные объекты в левой и правой полях зрения. Взрослая камбала имеет оба глаза на одной стороне его головы. Глаза осьминога имеют очень хорошую чувствительность цвета, которая развивалась вместе с нейронной схемой на противоположной стороне сетчатки от млекопитающих. Приматы хорошо приспособлены для стерео видения и имеют большую чувствительность к красным тонам, чем большинство других млекопитающих<sup>3</sup>



# Глаз человека

Количество света, поступающего в глаз контролируется зрачка, который расширяется и сужается соответственно. Роговица и хрусталик, форма которых регулируется склерой, позволяют сфокусировать свет на сетчатке, где рецепторы преобразуют его в нервные сигналы, которые проходят в мозг. Сетка кровеносных сосудов, сосудистой оболочки, поставляет на сетчатку с кислород и сахар.

<http://psych.athabascau.ca/html/Psych402/Biotutorials/22/intro.shtml>



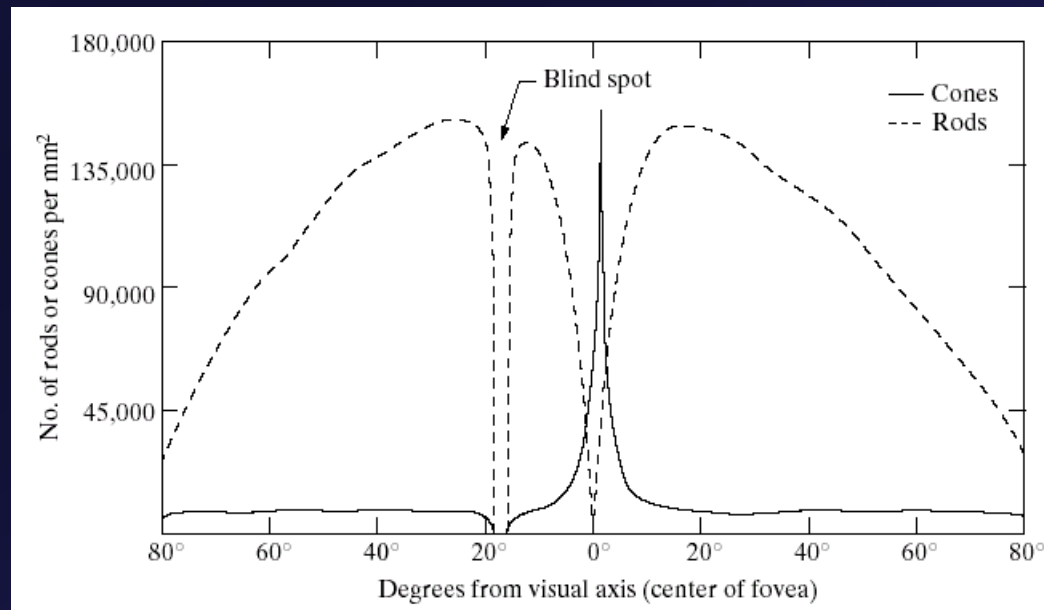
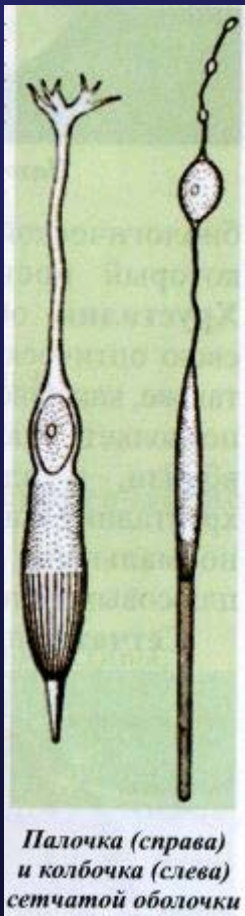
Палочка (справа) и колбочка (слева) сетчатой оболочки



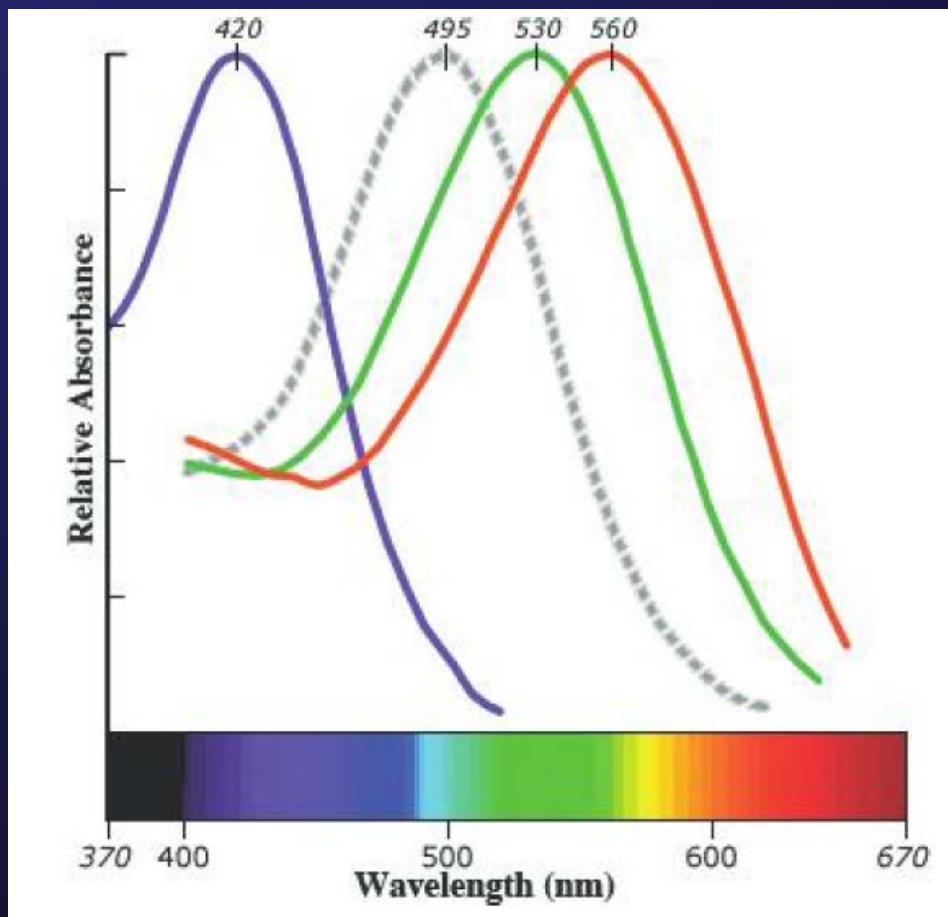
Как мы видим вблизи и вдаль

# Структура зрения человека

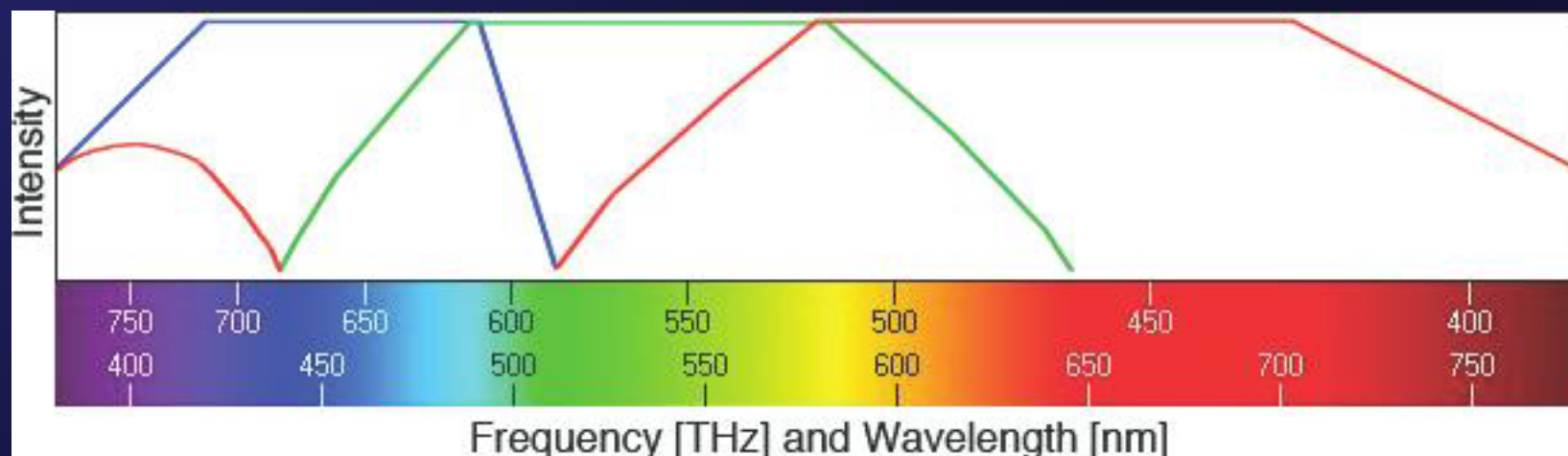
- Свет проходит через роговицы, радужной оболочки, хрусталика и форма изображения на сетчатке.
- Два типа фоторецепторов на сетчатке:
  - Колбочка обнаружить цвет на яркий свет - дневное зрение
  - Палочка на задней части глаза, общего видения - ночное зрение



**FIGURE 2.2**  
Distribution of  
rods and cones in  
the retina.



Чувствительность палочек (выделены серым цветом) и трех видов колбочек (показанных как красный, зеленый и синий) в зависимости от длины волны (Dartnall соавт., 1983). Зрение человека обнаруживает примерно диапазон от 400 нм (синий) до 700 нм (красный).



Изменения яркости разных длин волн для экрана компьютера

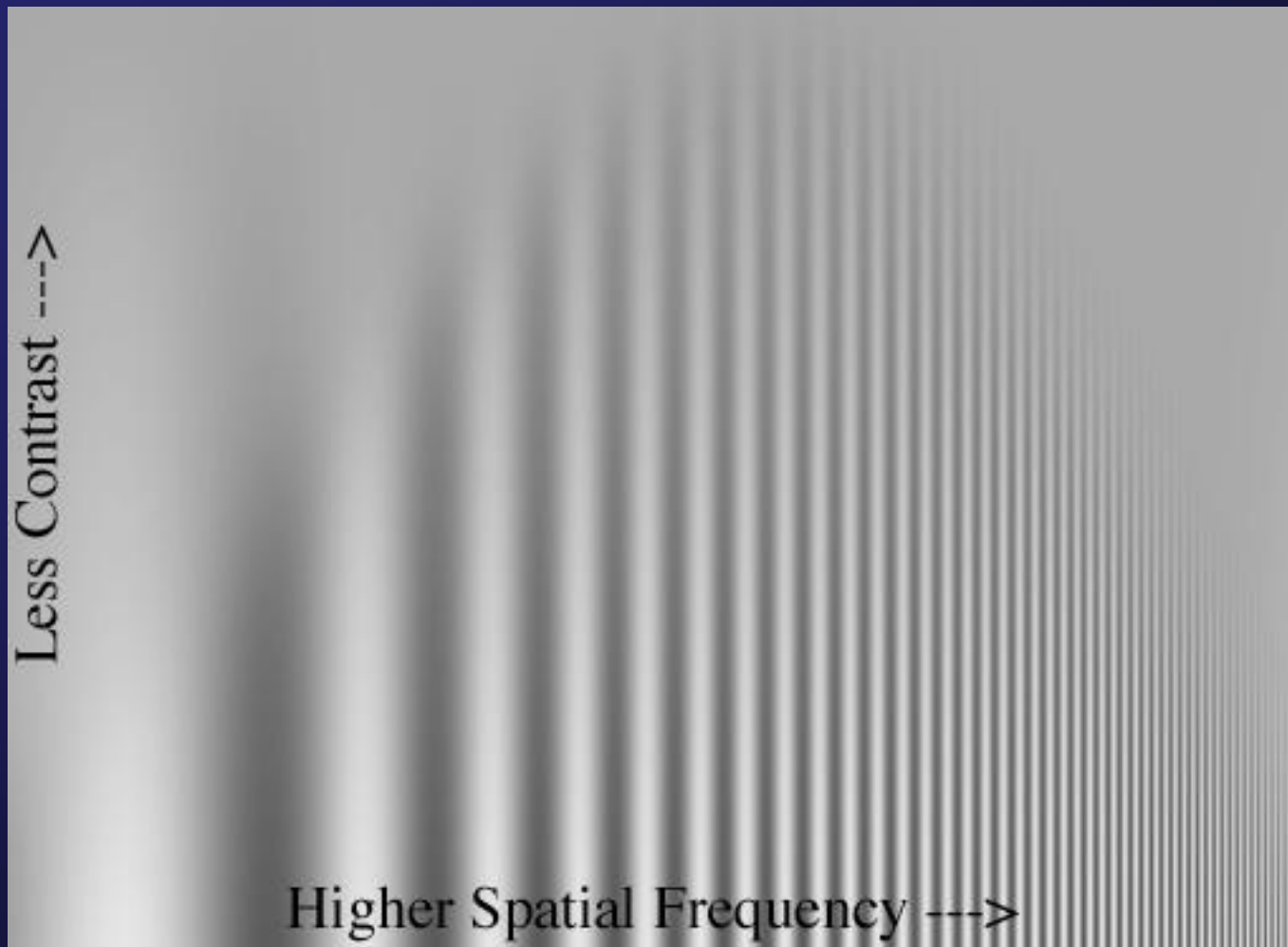
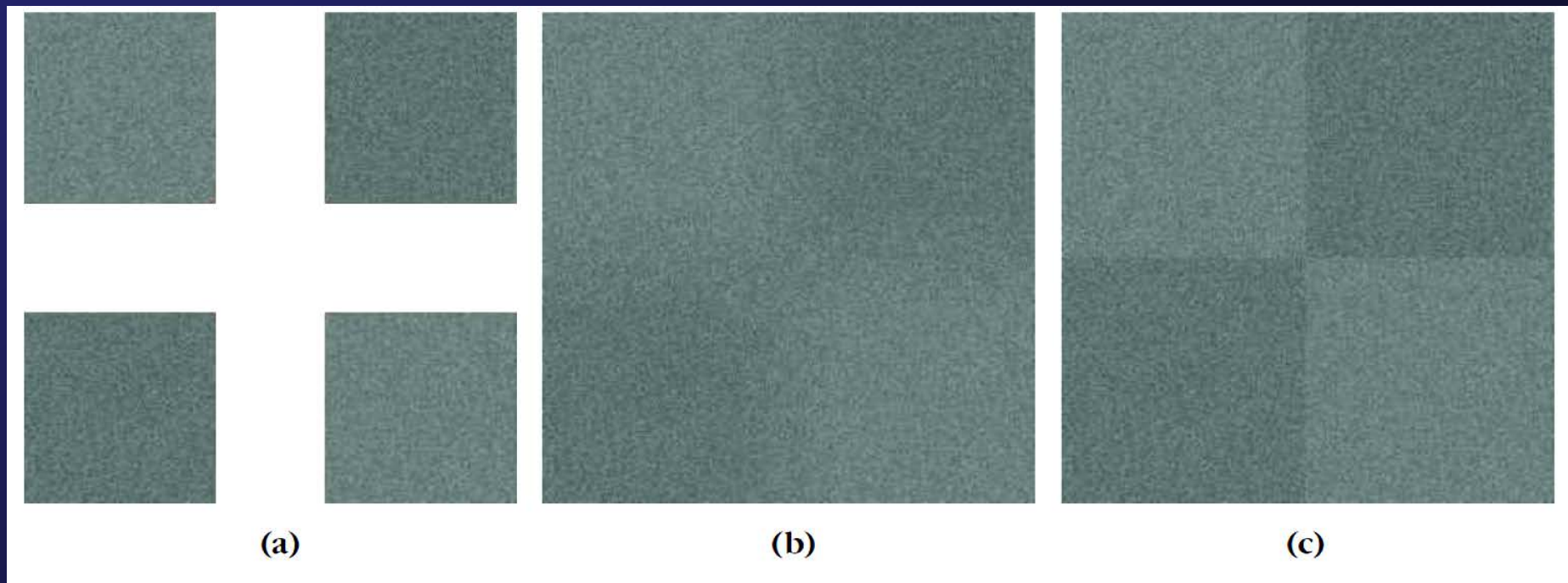


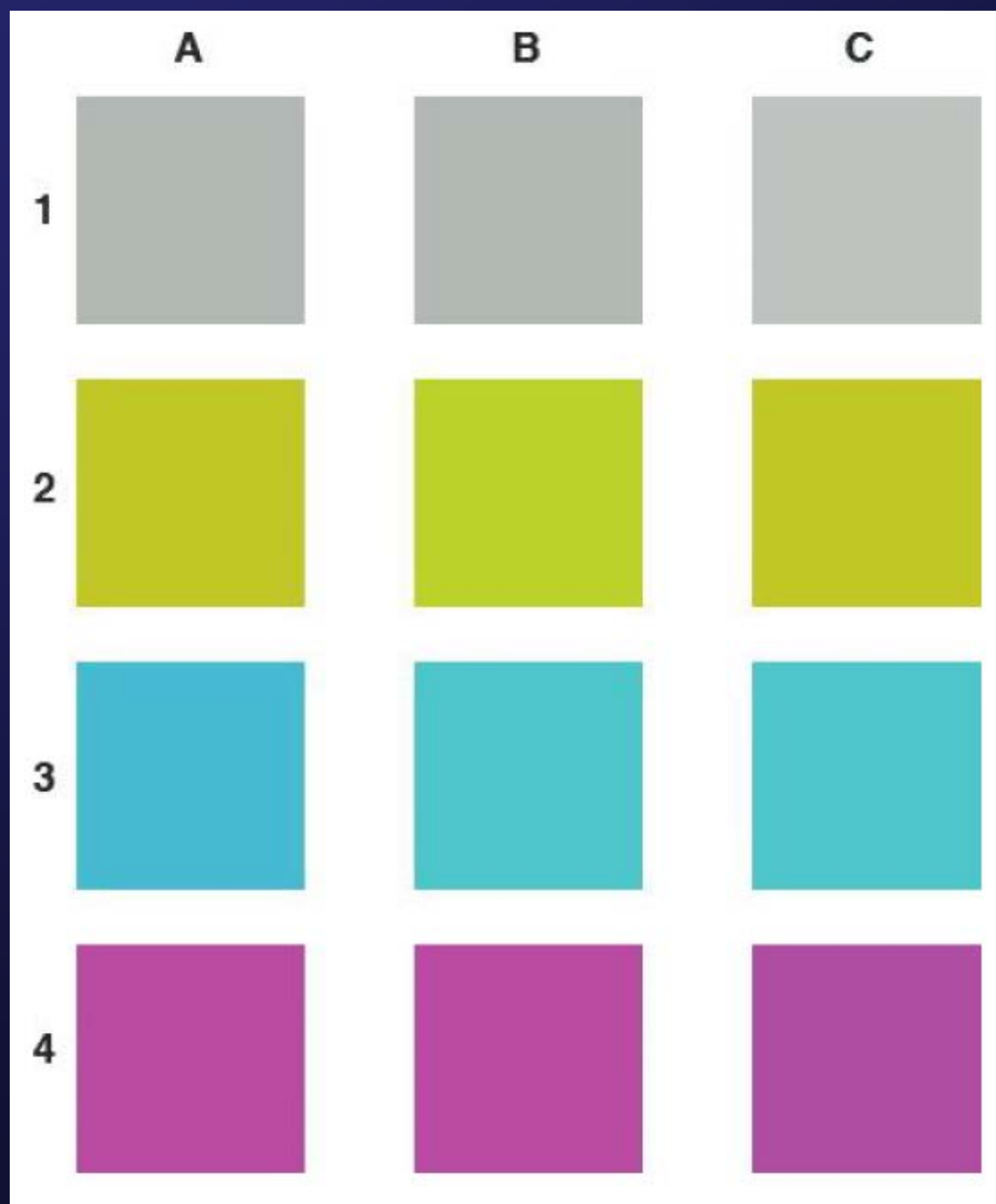
Иллюстрация передаточной функции модуляции для человеческого зрения, обладающей наибольшей способностью разрешения малоcontrastных деталей, Для промежуточной пространственной частоте - сильнее и беднее как для мелких и крупных деталей.



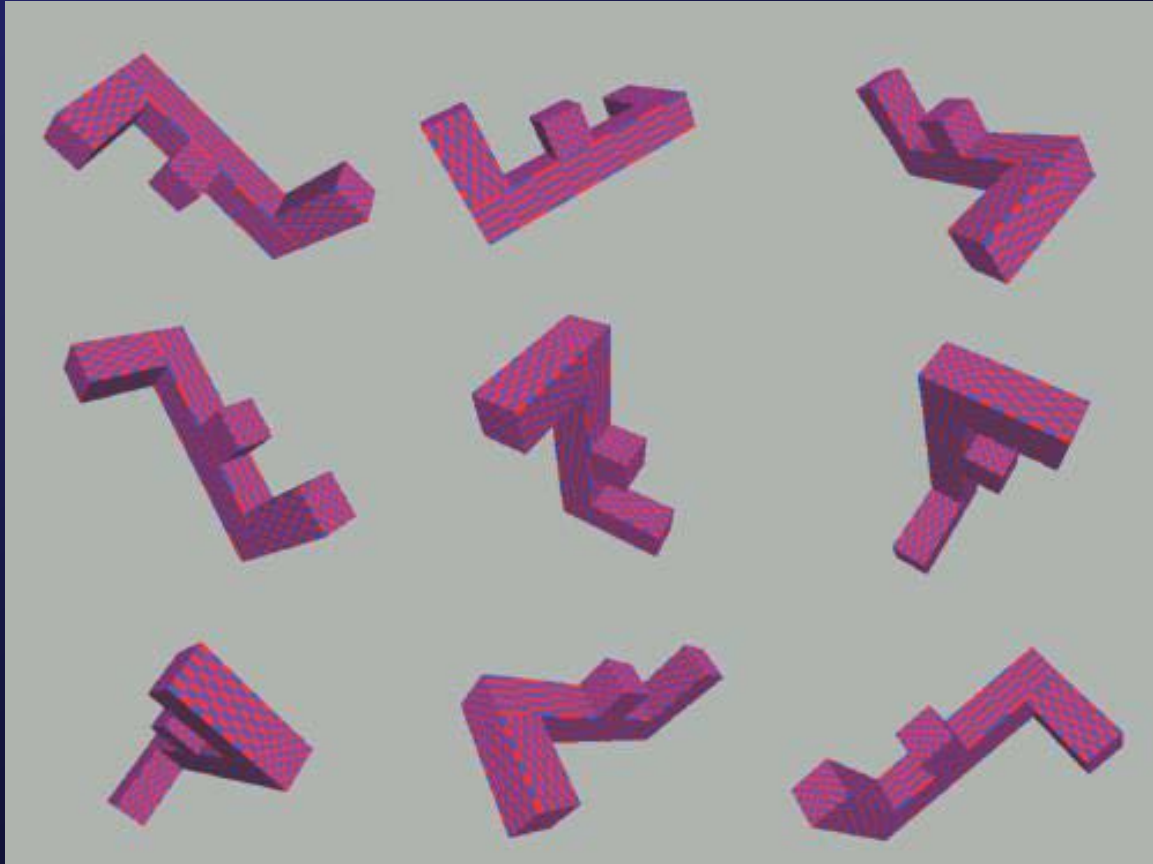


*Сравнение регионов с разницей яркости 5%:*

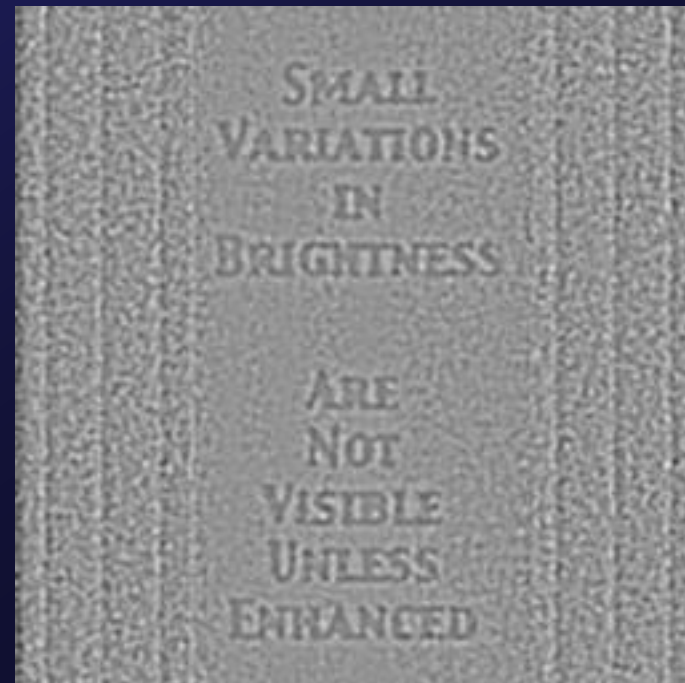
- *разделены;*
- *рядом, но с постепенным изменением;*
- *рядом с резкой границей.*



*Цвета, используемые  
для тестирования  
"просто заметные  
вариации" в  
правильности или  
цвете,*



Некоторые из этих объектов являются идентичными, а некоторые являются зеркальным отображением. Время, необходимое, чтобы превратить каждый более в сознании для сравнения пропорциональна угловой разнице.



Интенсивность различия накладываются на той или иной фон, для визуального обнаружения:

(а) оригинала;

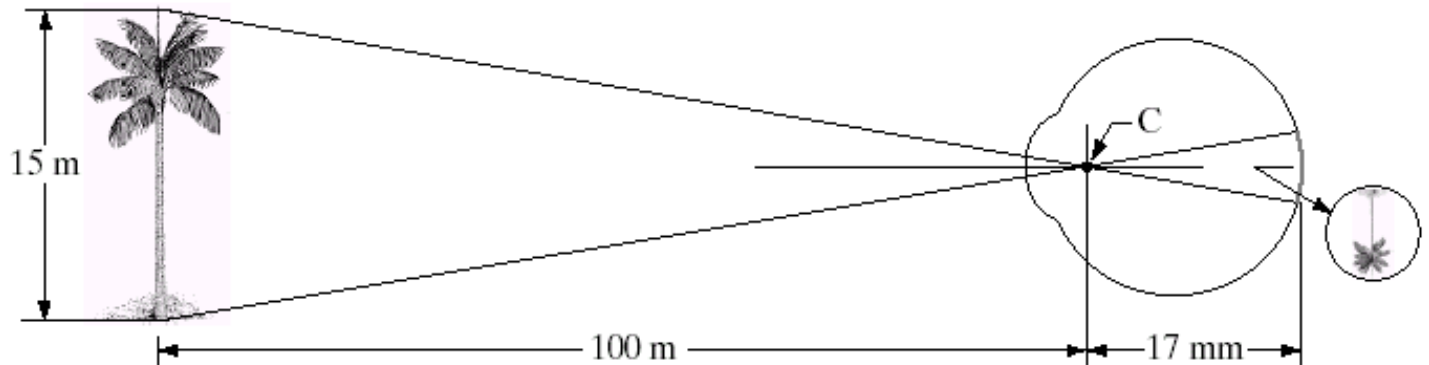
(б) обрабатываются с "не-резкой маской" фильтра для подавления постепенного изменения и выявления деталей.

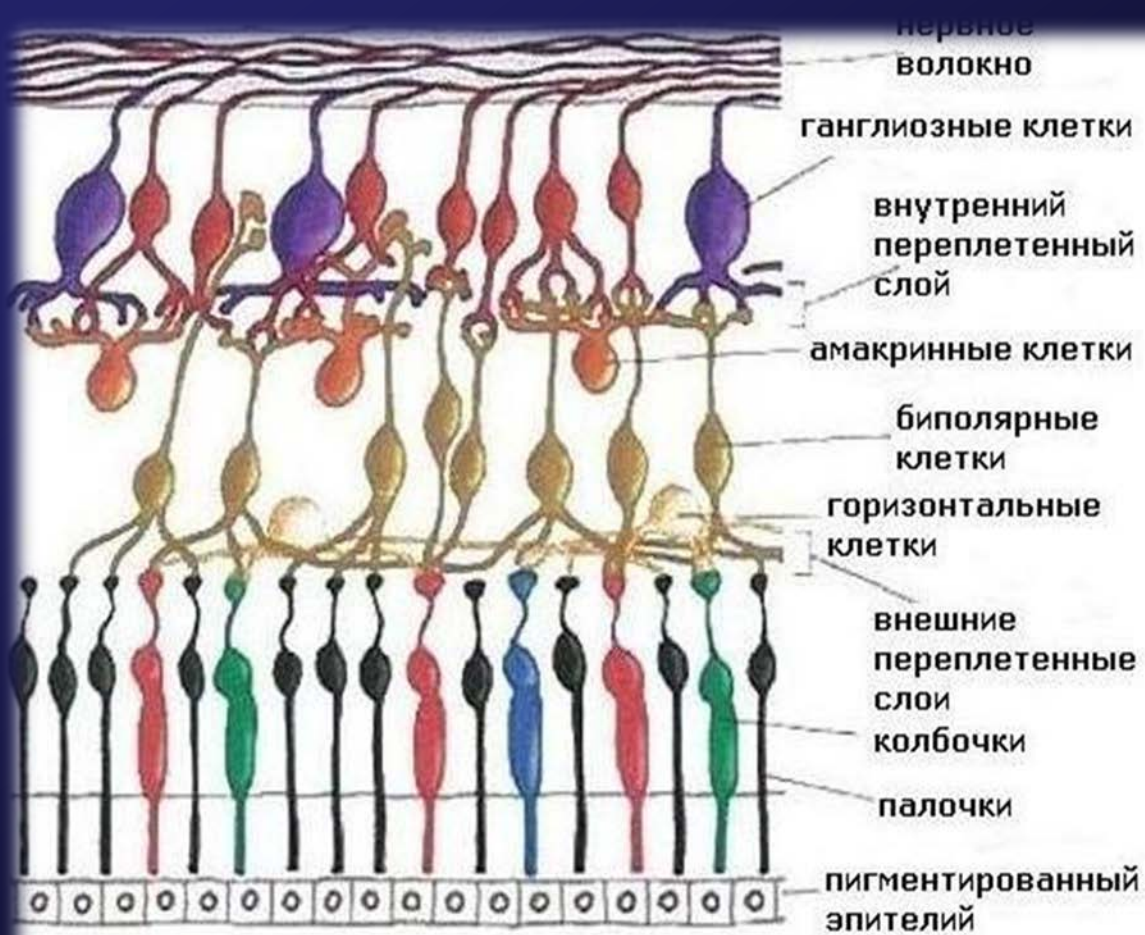


# Формирование изображения глазом

- Расстояние между центром объектива и сетчаткой (фокусное расстояние) колеблется от 14-17 мм.
- Когда объект находится в 3 м и далее,  $F = 17\text{mm}$  с низкой преломляющей способности.
- Длина изображения  $h = 17 (\text{мм}) \times (15/100)$

**FIGURE 2.3**  
Graphical representation of the eye looking at a palm tree. Point C is the optical center of the lens.





Основные слои в сетчатке. Свет проходит через несколько слоев обработки нейронов, чтобы достичь палочек и колбочек. Горизонтальные, биполярные и амакринные клетки объединяет сигналы из различных регионов размера, сравнить их, чтобы найти интересные детали, и передать эту информацию на более высоких уровнях в зрительной коре

# Визуальная психофизика

- Модель видение "Система" в качестве ввода-вывода системы
  - » зрительные стимулы: вход
  - » предписанные ощущения: выходные.
- Визуальная психофизика:
  - » Изучение реакции HVS на различные стимулы

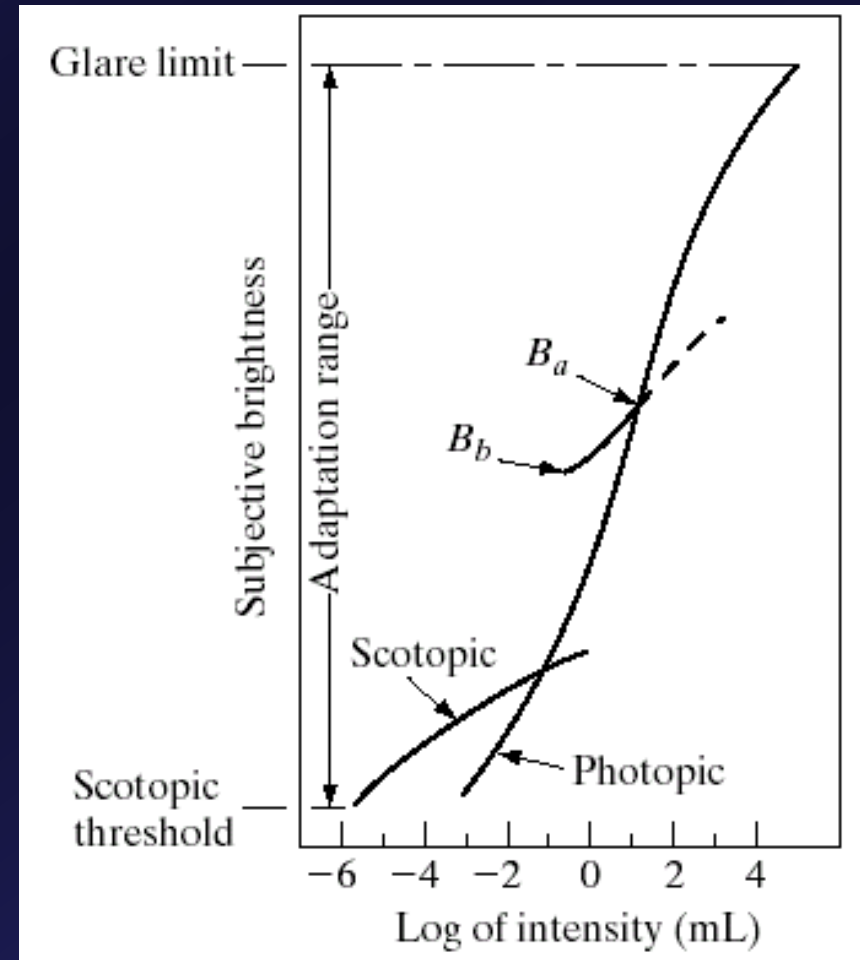
# Визуальная психофизика

- Адаптация Яркости
- Пространственное представление Порогов
- соотношение Вебера
- Визуальная Маскировка
- Эффект Маха
- Промежуточное зрение
- Порог Частоты зрения



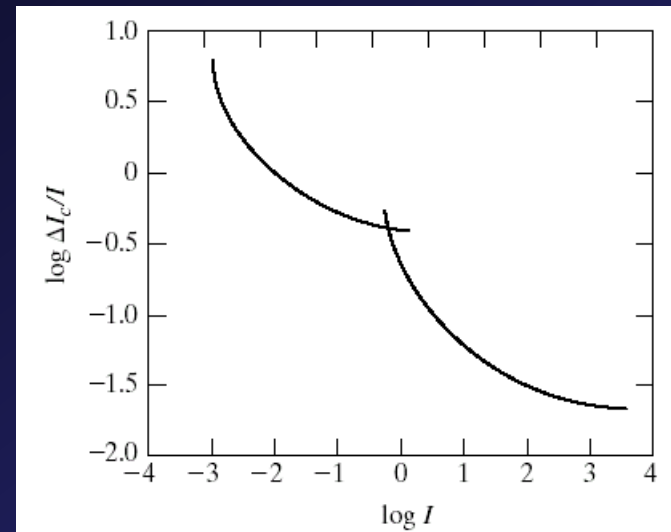
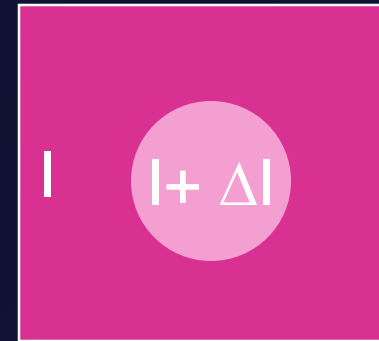
# Адаптация яркости

- HVS может просмотреть широкий спектр интенсивности (1010)
- Но одновременное воспринимается диапазон гораздо меньшей интенсивности.
- Если при  $B_a$  интенсивности (снаружи) и ходить в темном месте, можно только различать до  $B_b$ . Это займет гораздо больше времени для глаз чтобы адаптироваться к ночному зрению.

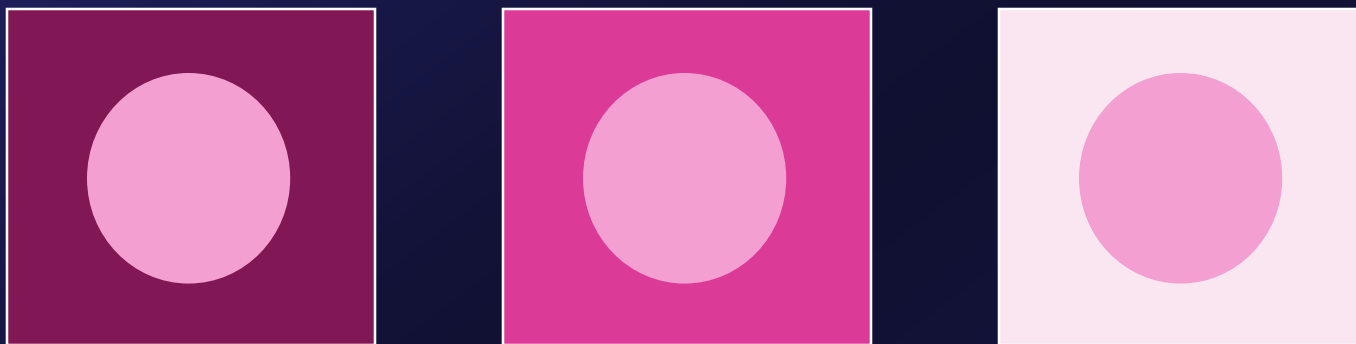


# Отношение Вебера

- Чувствительность HVS к разнице интенсивности отличаются на разных фоновых интенсивностях.
- Соотношение Вебера:
- $\Delta I/I$  : разница маловыраженной интенсивности по сравнению с интенсивностью фона. Это является функцией от  $I$ .



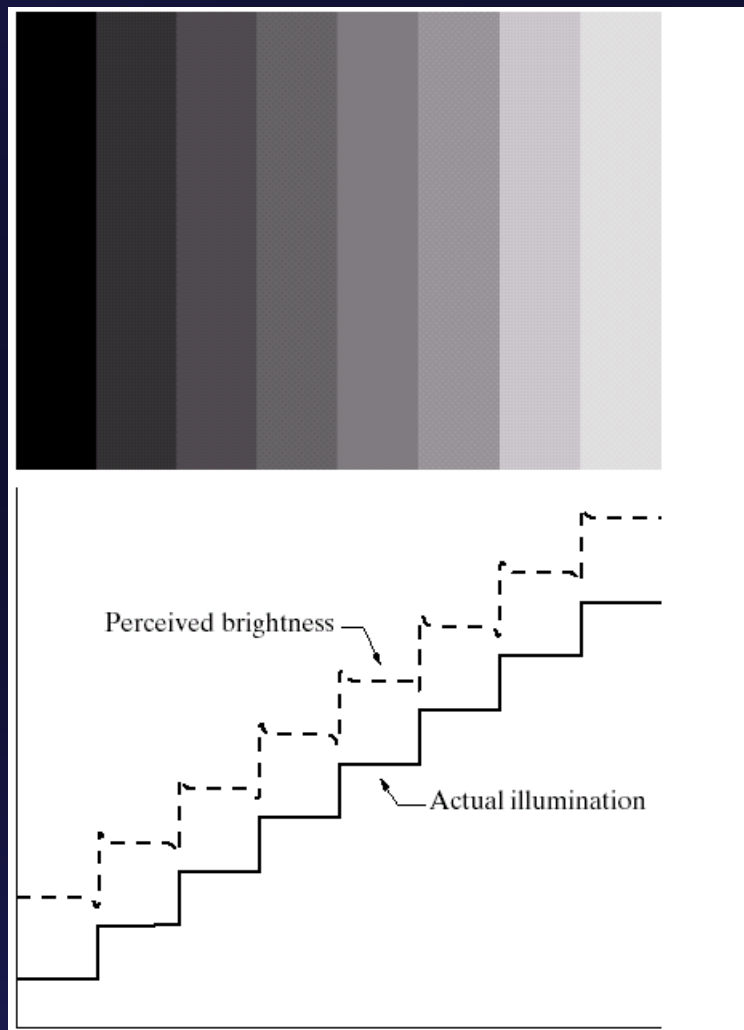
# Одновременный контраст



- Воспринимается яркость внутреннего круга по разному из-за разных уровней интенсивности фона, однако они идентичны.

# Групповой эффект Махха

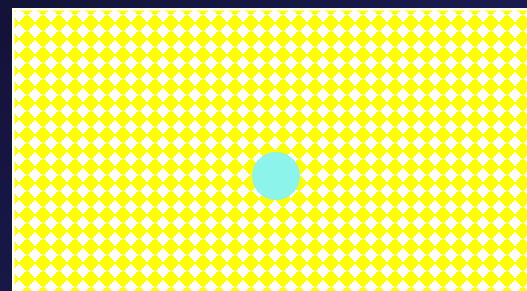
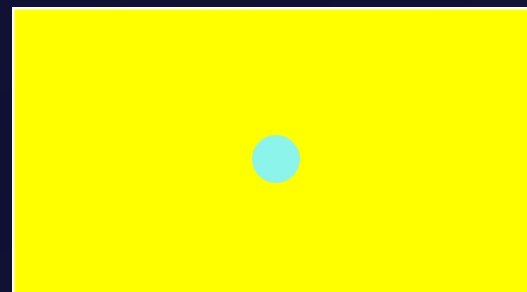
Предполагаемые  
изменения  
яркости вокруг  
СИЛЬНЫХ  
изменений на  
краях.





# Визуальная Маскировка

Порог Интенсивности  
возрастает при фоне с  
большой  
неоднородностью,  
пространственными,  
временными  
изменениями.



# Промежуточное зрение

- Воспринимается пространственное разрешение и резко снижается при изменении сцены
  - » Мерцание: основа кино и ТВ
  - » Глаз более чувствителен к мерцанию при высокой яркости, чем на низкой яркости.

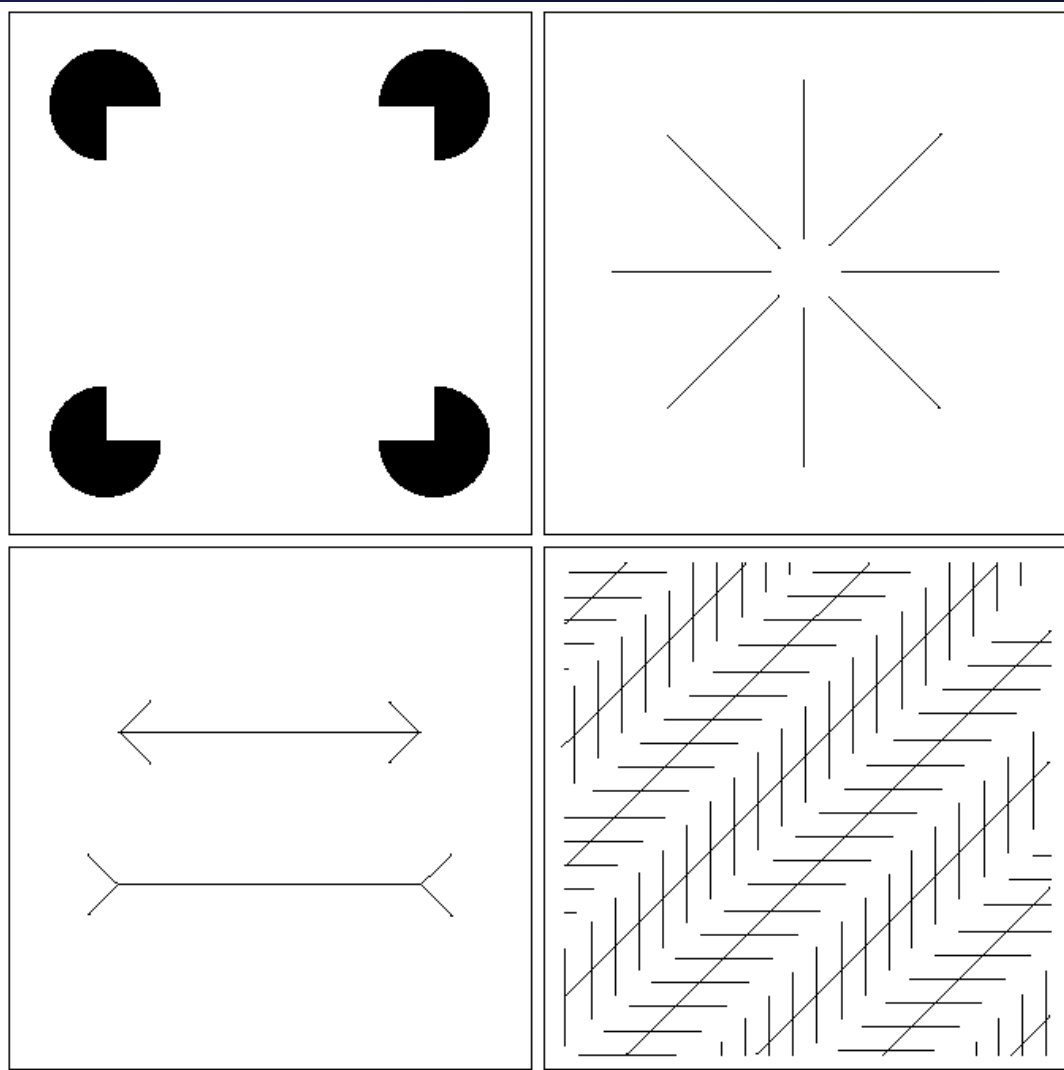
# Порог Частоты зрения

- Использование пространственной решетки, позволило обнаружить, что контрастная чувствительность является функцией пространственных и временных частот.
- В общем, контрастная чувствительность уменьшается по мере увеличения пространственных и временных частот.

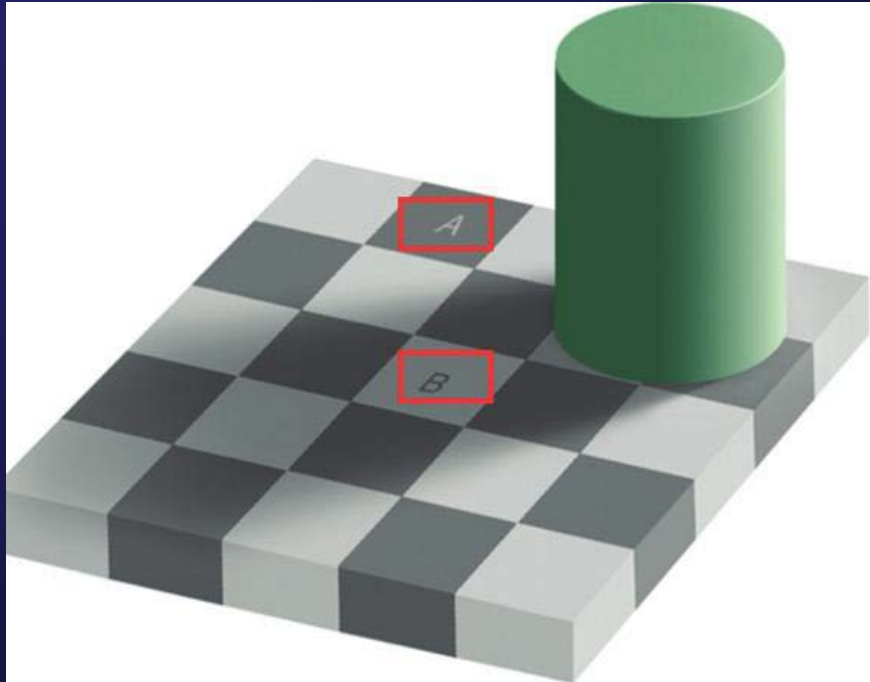
# Оптические иллюзии

a b  
c d

**FIGURE 2.9** Some well-known optical illusions.

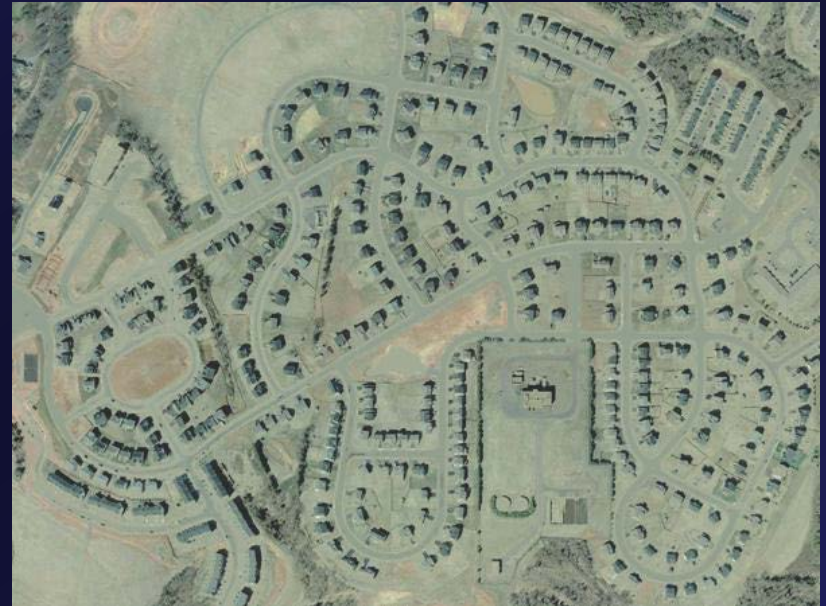
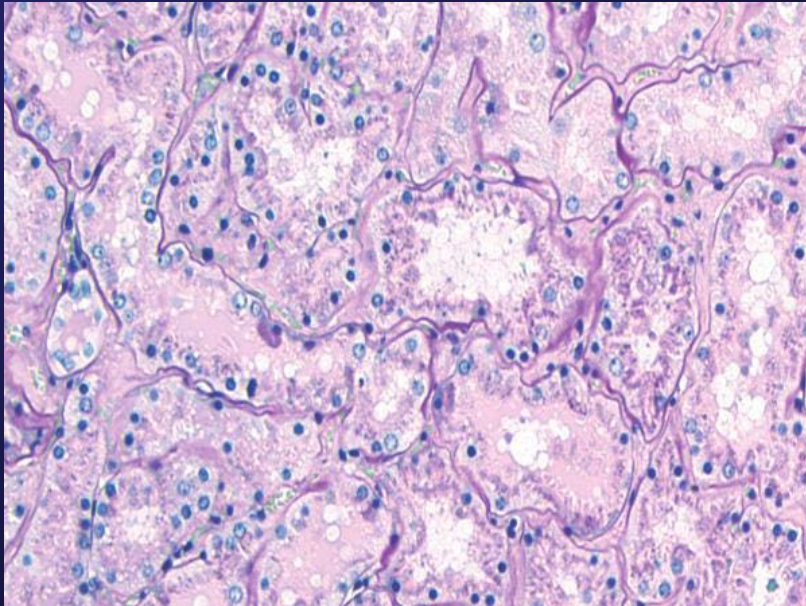




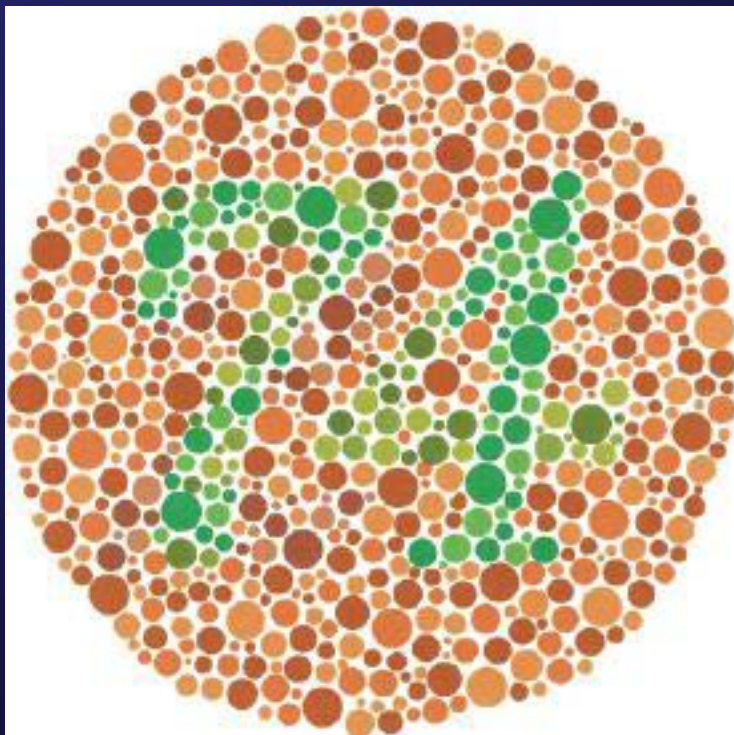


Визуальная интерпретация яркости зависит от ожиданий и окрестности. Мы "знаем" о тенях и можем компенсировать автоматически для их влияния на яркость, и мы "знаем" о шахматной доске, поэтому квадраты с маркировкой А и В понимаются черный и белый соответственно, тогда как на самом деле они имеют одинаковые оттенки серого.

# Локально –глобальная иерархия

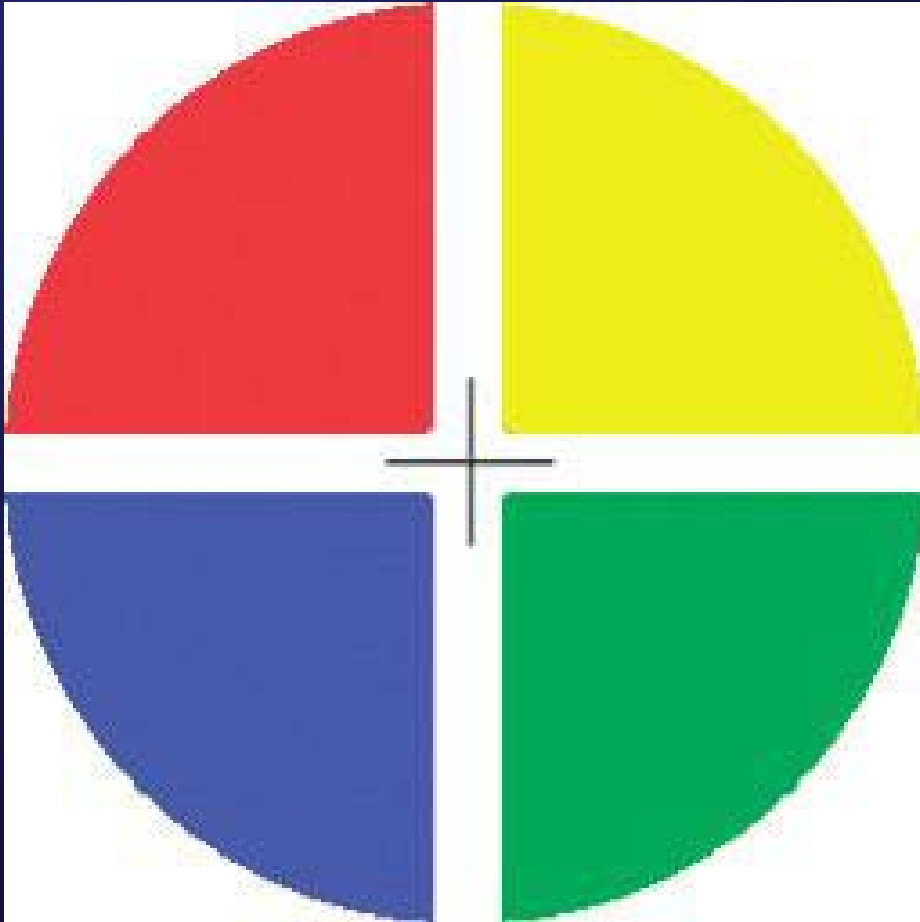


Визуальная группировка линий и точек: (а) границы клеток в разделе биологической ткани формируются путем группировки отдельных окрашенных регионов; (б) улицы в аэрофотоснимке гораздо легче обнаружить, где они очерчены домами



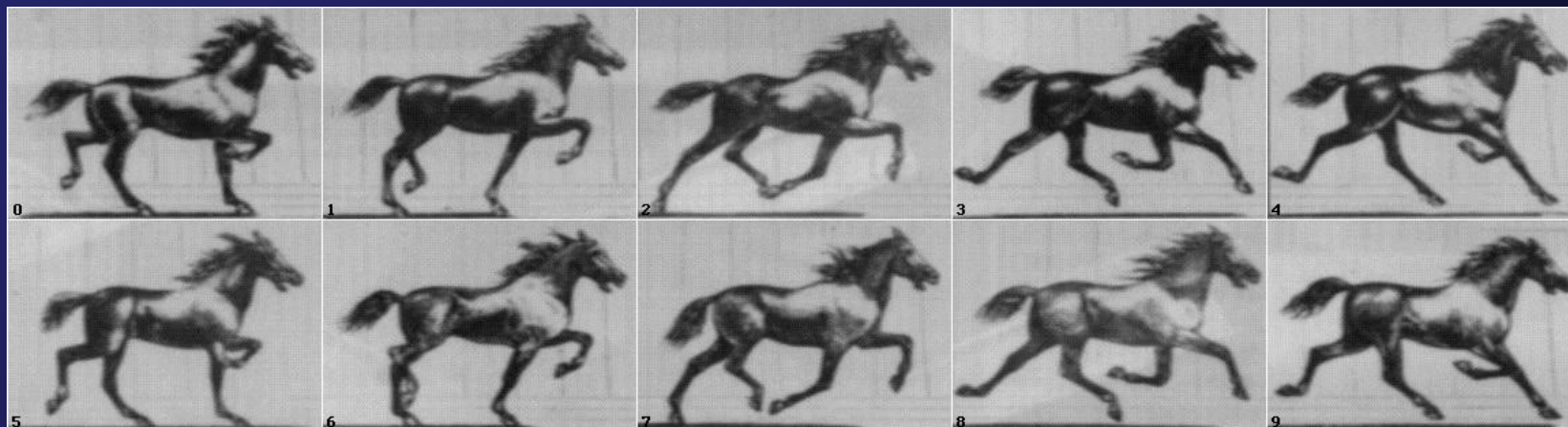
*Одним из испытаний Исихара дальтонизма на изображении*

# О времени

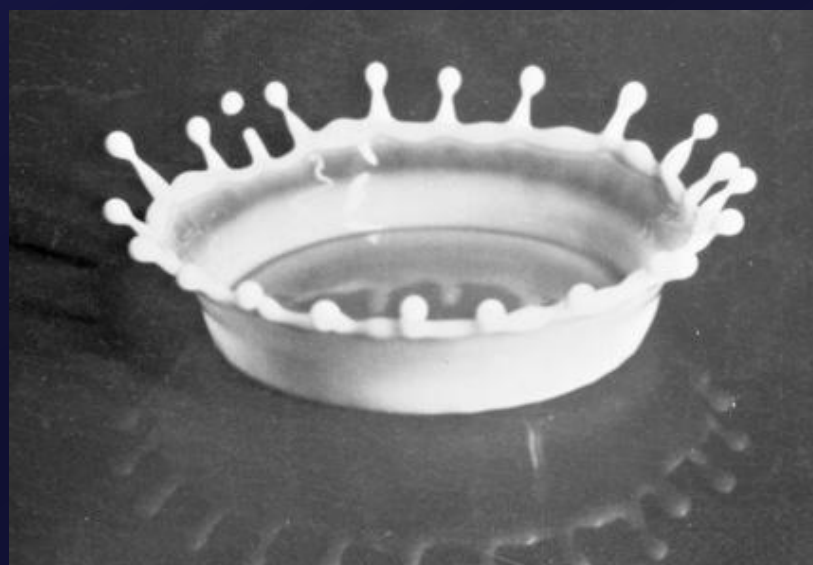


Цель продемонстрировать след. Смотрите на центральный крест в течение приблизительно минуты, а затем отвести взгляд в сторону чистого листа бумаги. В дополнительные цвета будет видно.





## *Анимация бега лошади Мейбриджа*



*Фотография всплеска молока за короткое время*

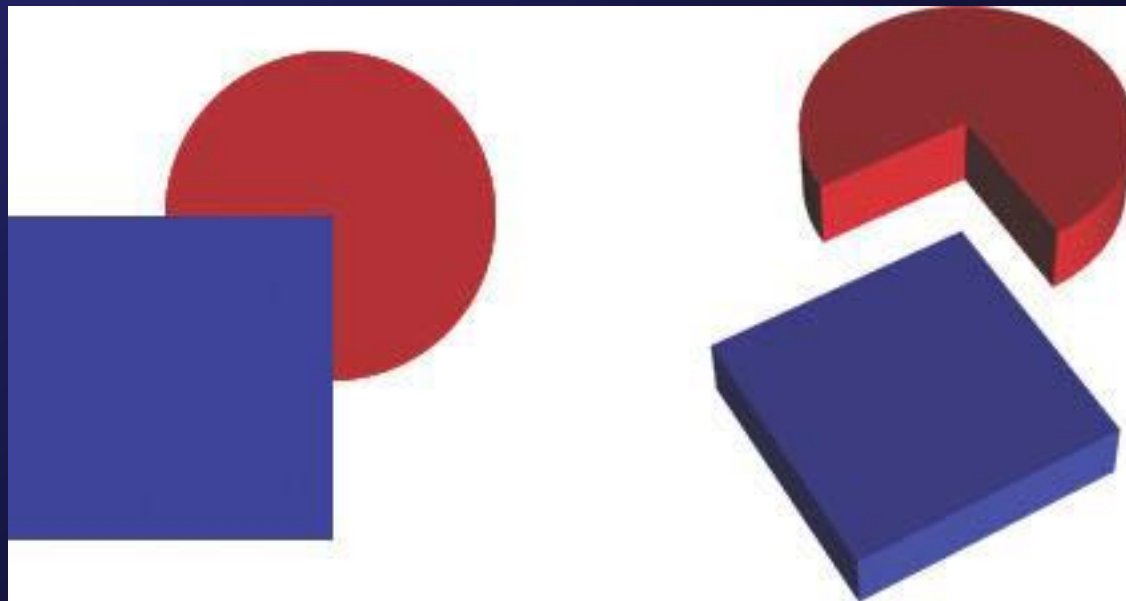


## Мы используем знания о движении

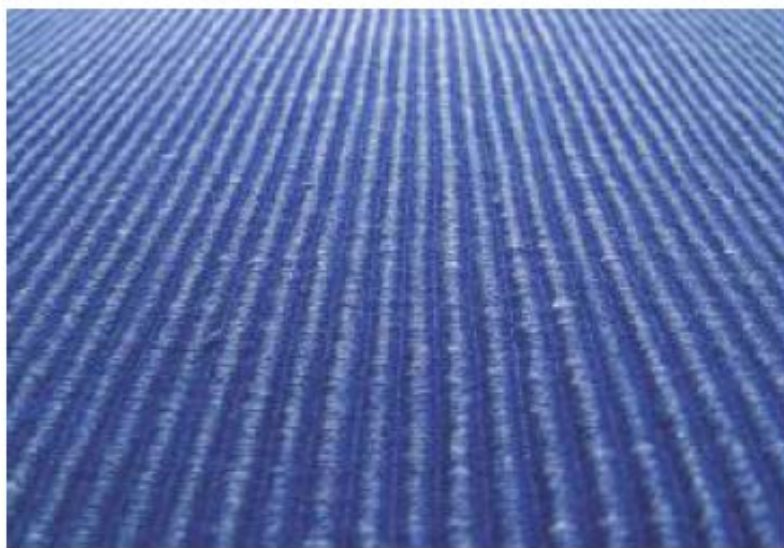


Снимки, сделанные чуть более минуты, кроме часов по моей стене офиса, и разница между ними

# Третья размерность



Очевидно, что синий квадрат находится в передней части красного круга, но это не может быть круг, и вид с другой стороны, показывает, что красный объект на самом деле перед синей

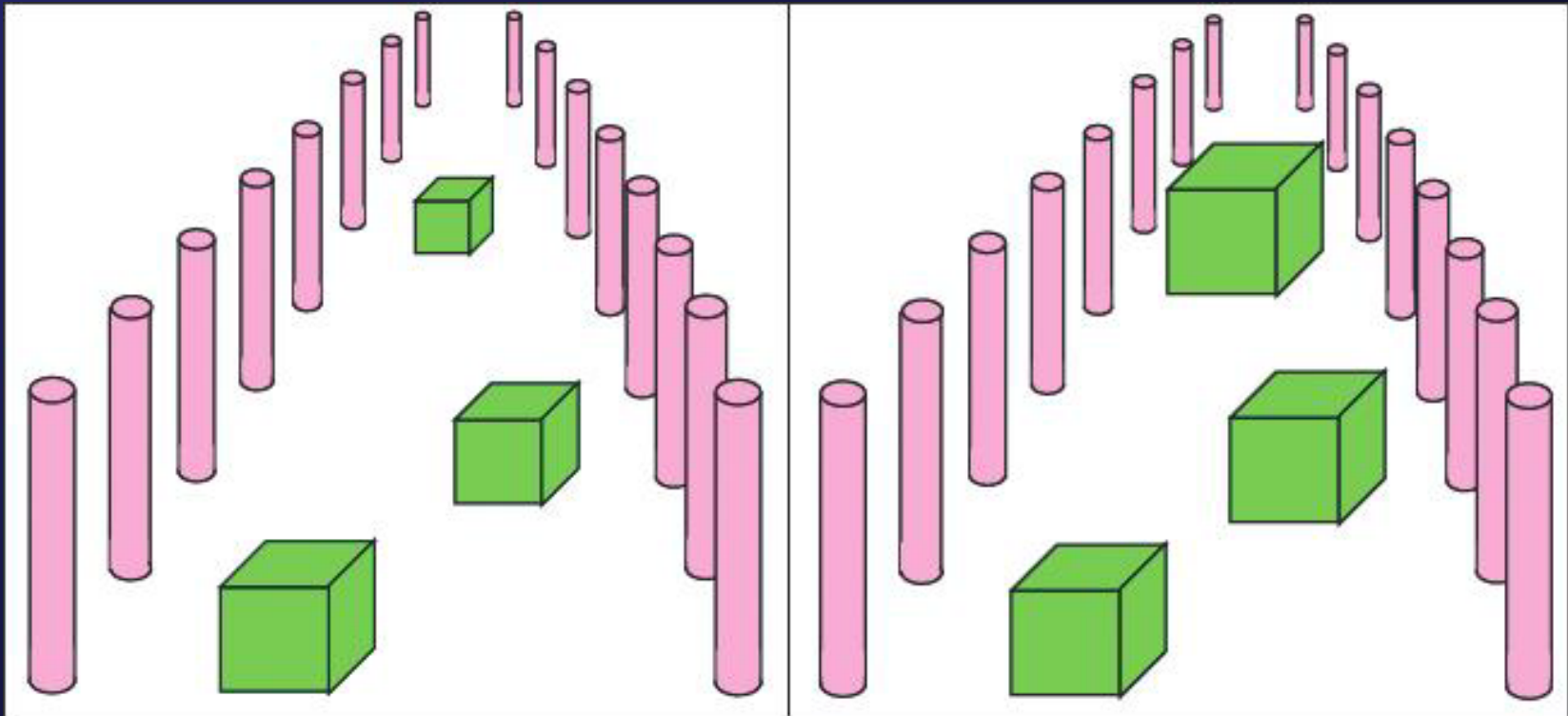


(a)



(b)

Сходящиеся линии интерпретируются как параллельных линий, которые сходятся в соответствии с правилами перспективы и так представляют поверхность воспринимается как удаляется от зрителя. Прямые подразумевает плоскую поверхность (А), в то время как неровности интерпретируются как ударов и провалов в воспринимаемой поверхности (б)



В этих иллюстрациях, ожидание расстояния устанавливается при условии, розовые колонны постоянны в размерах и располагаются в прямых параллельных линиях, чьи очевидно сближение является функцией точки зрения. В левый рисунок, появление зеленых ящиков согласуется с этой интерпретацией.

В правом нарисовав ее нет, и мы должны либо сделать вывод, что коробки отличаются по размеру или сообщений не соответствуют нашим ожиданиям



# Мир света



Зеркальное изменение:

(а) оригинал фотографии 4000-летней шумерской таблички;

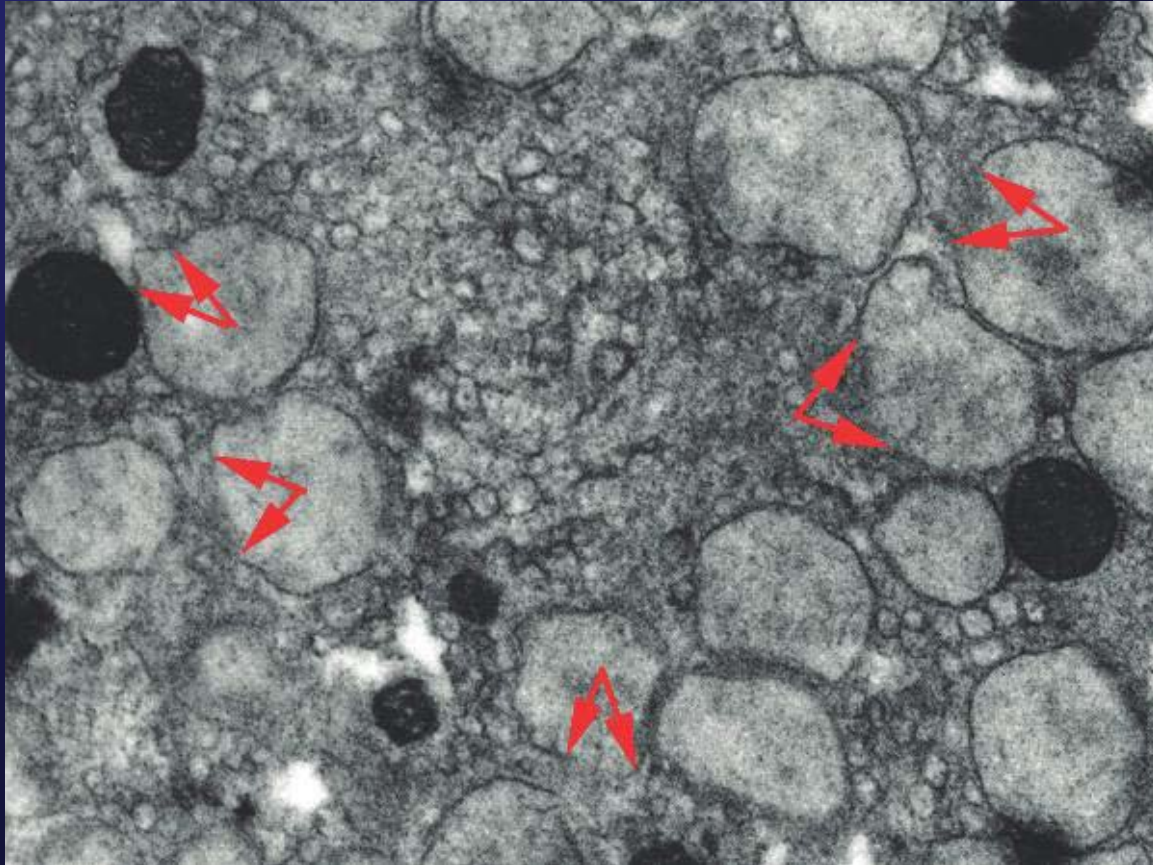
(б) реконструкция с компьютерной текстурной карты;

(с) изображение, формируемое путем извлечения нормалей поверхности и применения модели освещения зеркальное для каждого пикселя;

(D) моменты, рассчитанные в (с) добавляли к (б).



# Значение размера

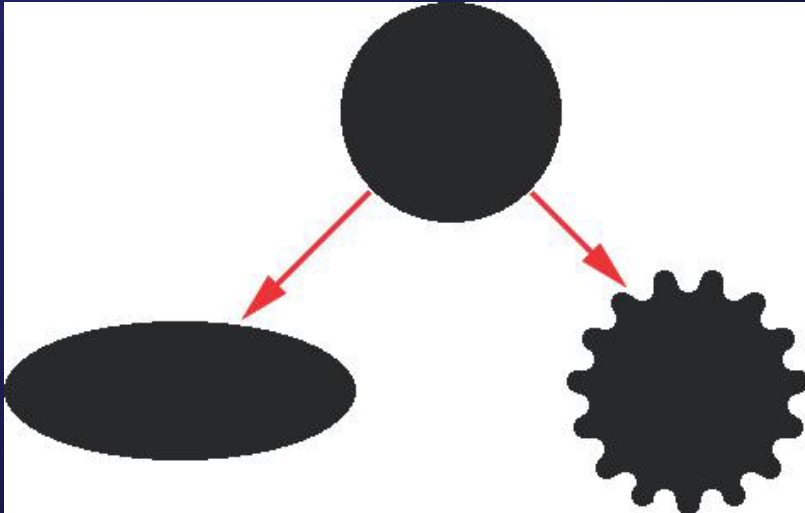


Изображение биологической ткани. Границы мембранные органелл не видны в некоторых местах (стрелки), но человеческое зрение "знает", они продолжают и завершает их с простыми гладкими кривыми.



Иллюстрация увеличения визуального впечатления от размера Луны, если смотреть вблизи горизонта, по сравнению с накладными эффектами

# Значение формы

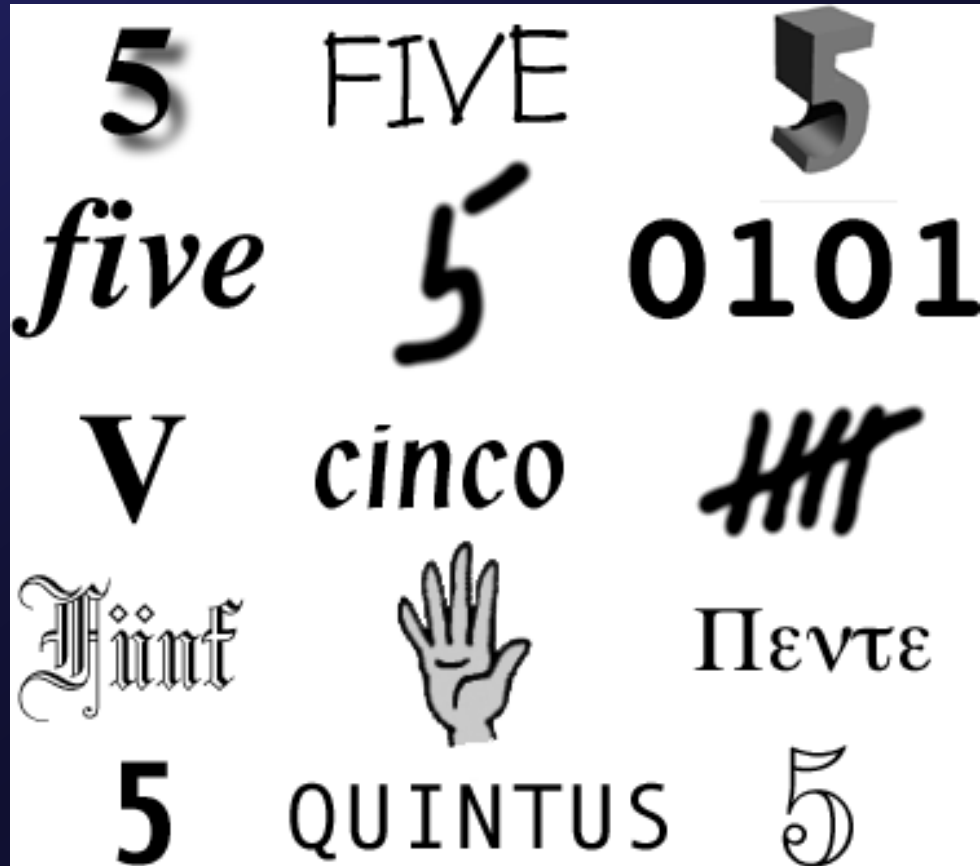


*Две нижних фигуры имеют ту же площадь, как у круга, но не круглые*



Треугольник Kanisza является иллюзорным областью визуально формируется путем объединения угловых маркеров с прямыми линиями или «мягких» кривых. Внутри треугольной области, образованной таким образом может появиться ярче окрестностях

# Контекст



# Заключение

Зрение человека является чрезвычайно мощным инструментом, развивались в течение миллионов лет, чтобы извлечь из сцен те детали, которые важны для нашего выживания как отдельных лиц и как вида. Обработка визуальной информации сочетает иерархию высоко параллельных нейронных цепей для обнаружения и соотносить определенные типы подробно внутри изображений. Многие коротких путей, которые работают "большую часть времени" используются для ускорения признания. Изучение провал этих трюков, выявленные в различных визуальных иллюзий, помогает в понимании глубинных процессов

Осознание неудач и предубеждений Также важно ученого, который опирается на визуальный осмотр изображений на приобретение или интерпретировать данные. Визуальный осмотр является сравнительным, не количественный процесс, и он легко смещен в присутствии другой информации в изображении. Методы анализа Компьютерное изображение доступны, что преодолеть большинство из этих конкретных проблем, но они дают ответы, которые только так хорошо, как и вопросы, которые задают. В большинстве случаев, если ученый не визуально воспринимать особенности или тенденции в необработанных изображений, последующая оценка не будет проводиться.