



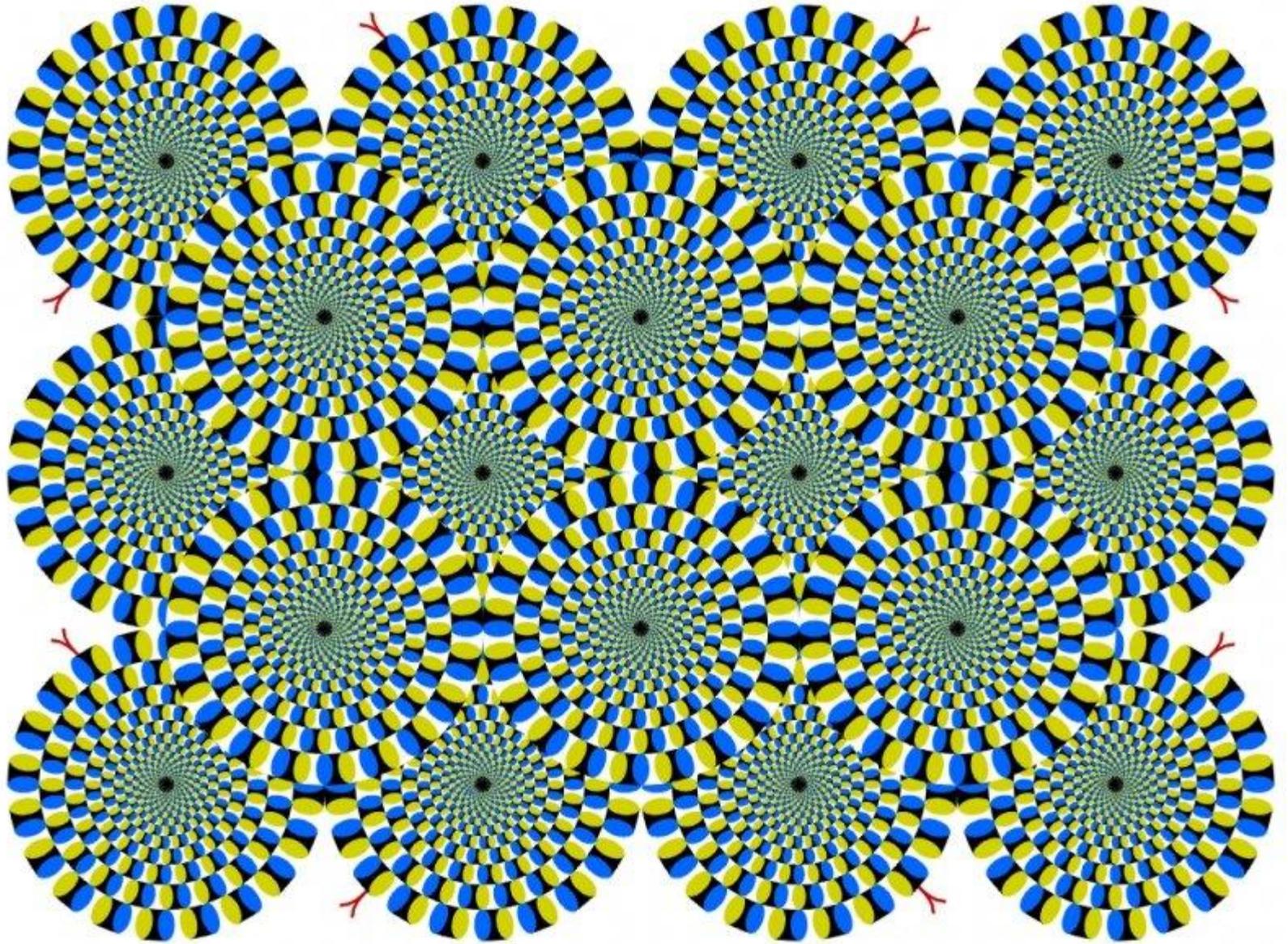
**Восприятие движения,  
глубины и формы**

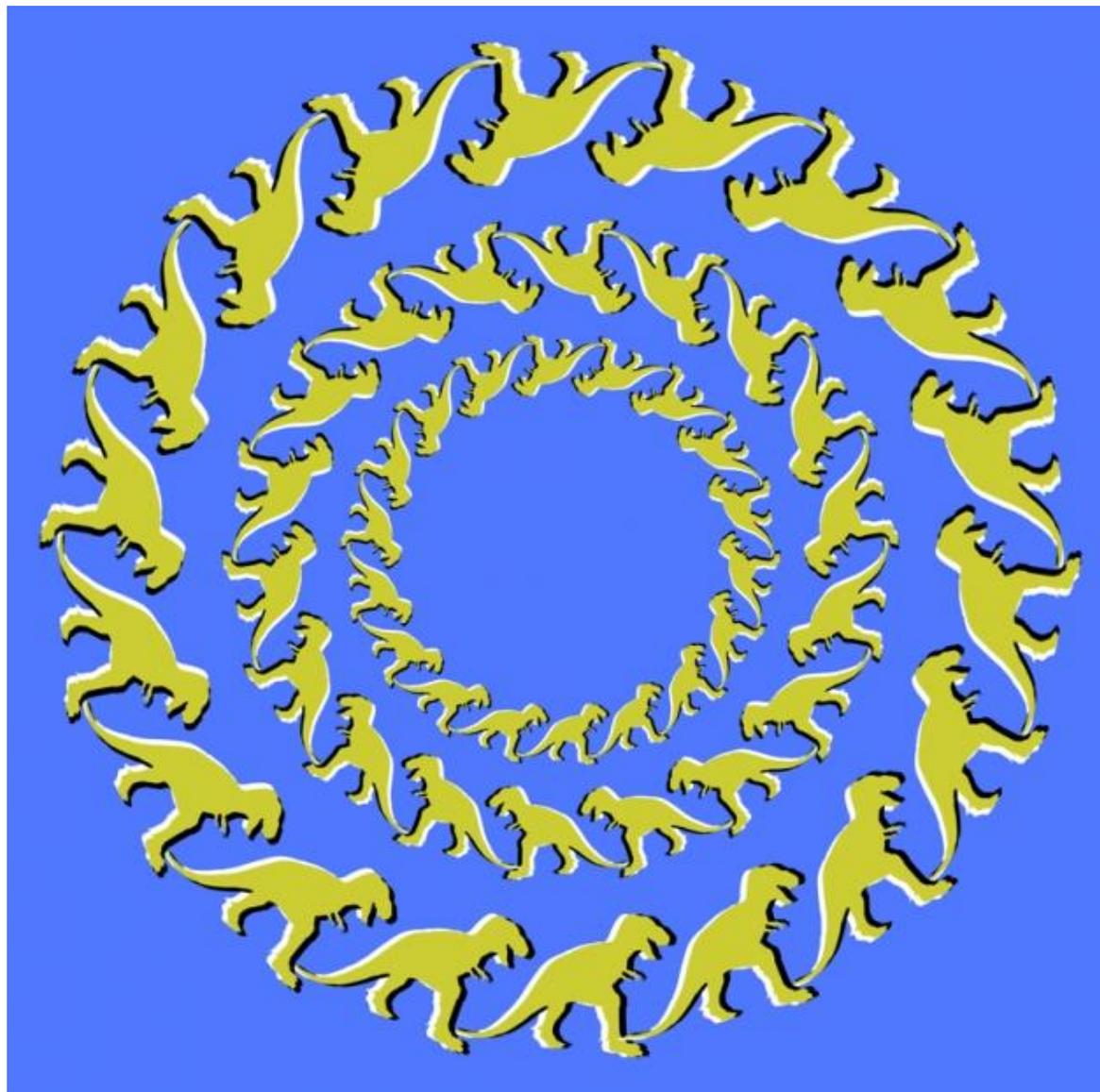
## **Пути восприятия движения.**

*Первый - связан с перемещением изображения по сетчатке (реагируют разные популяции клеток).*

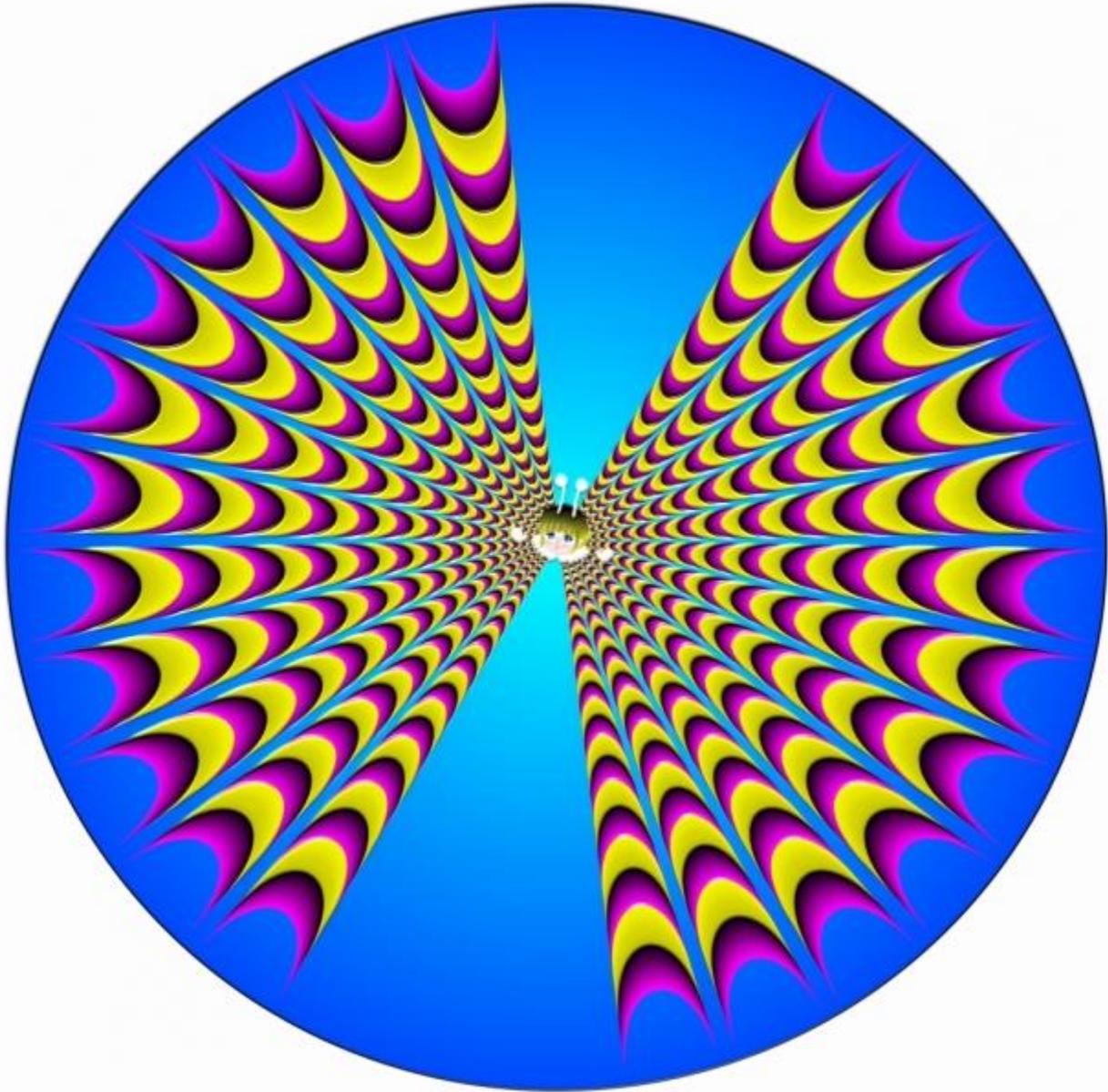
*Второй - связан с движением головы и глаз (сигнал от механорецепторов головы и глаз).*

*Третий – анализ специальной нейрональной системой.*

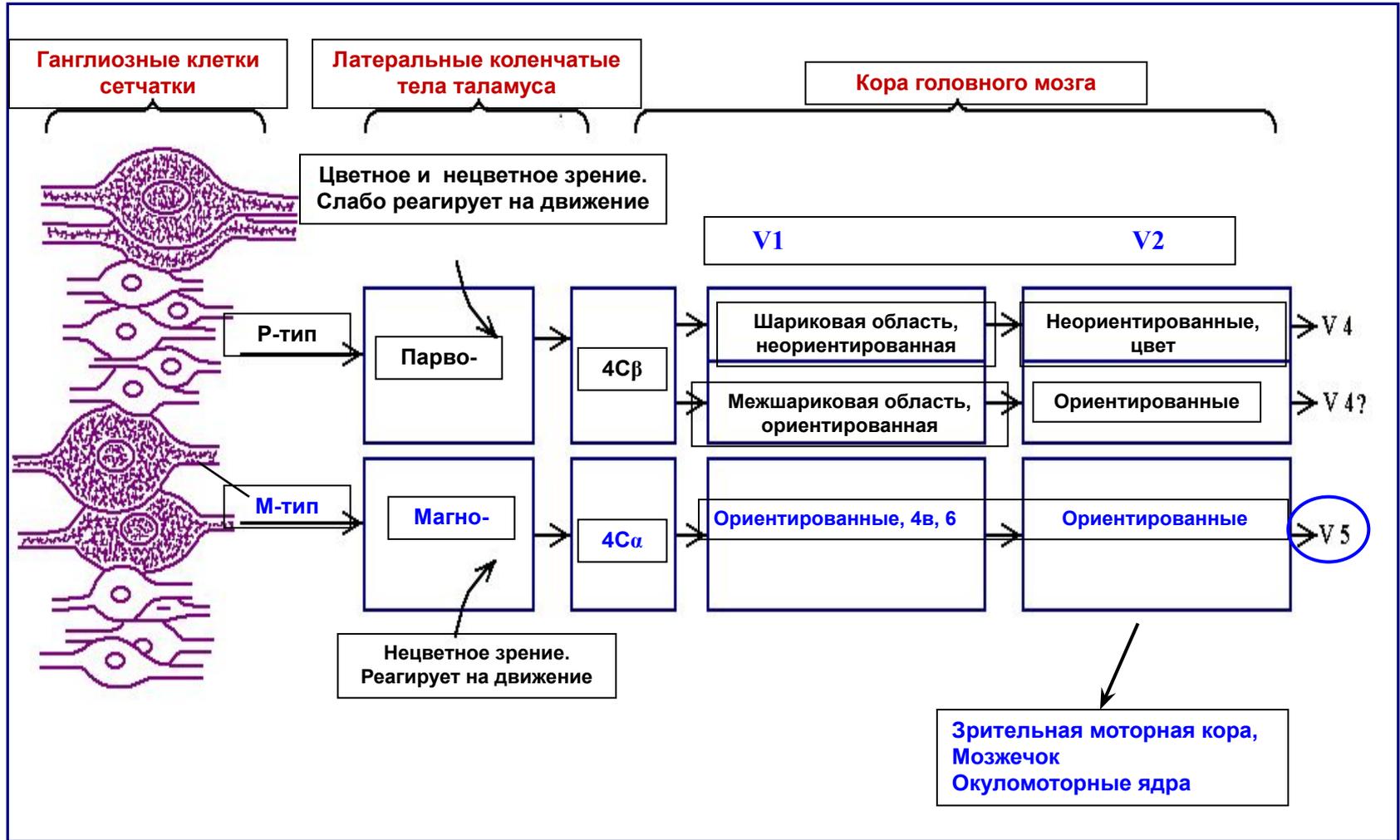


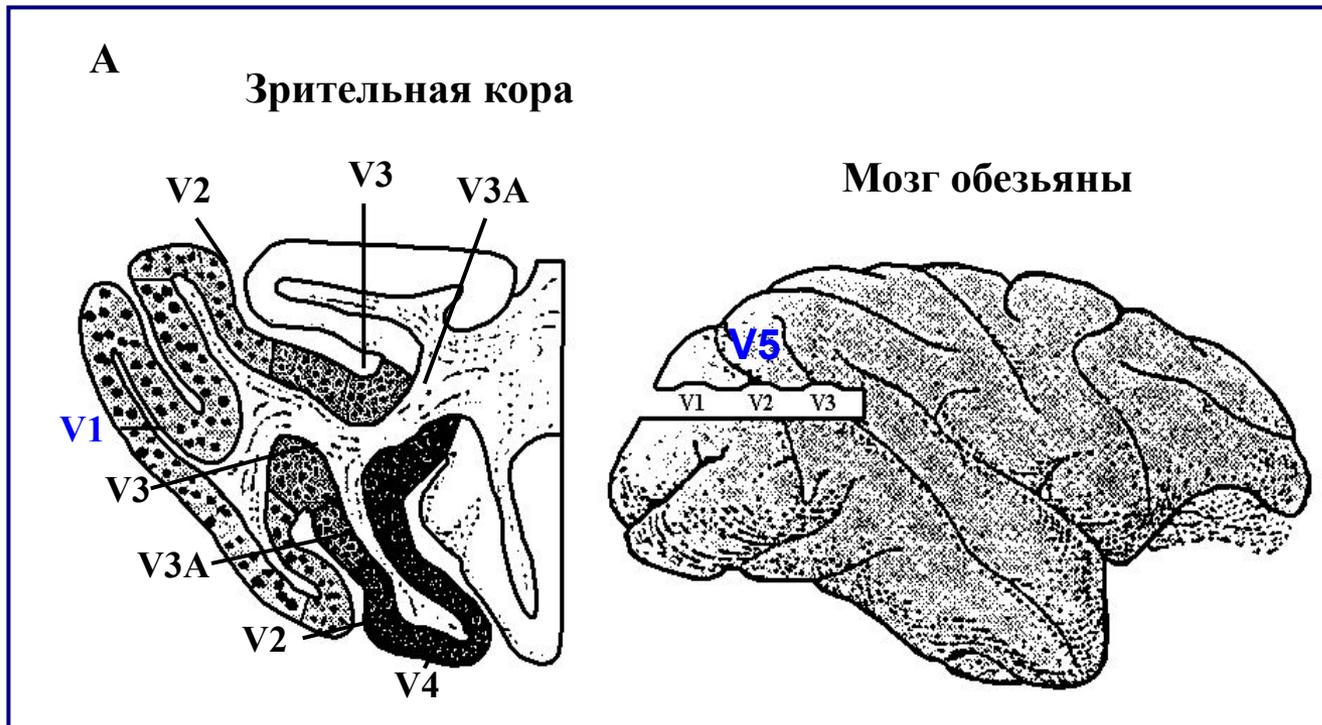


На абсолютно статичной картинке ощущается вращение динозавров. Иллюзия Akiyoshi Kitaoka.

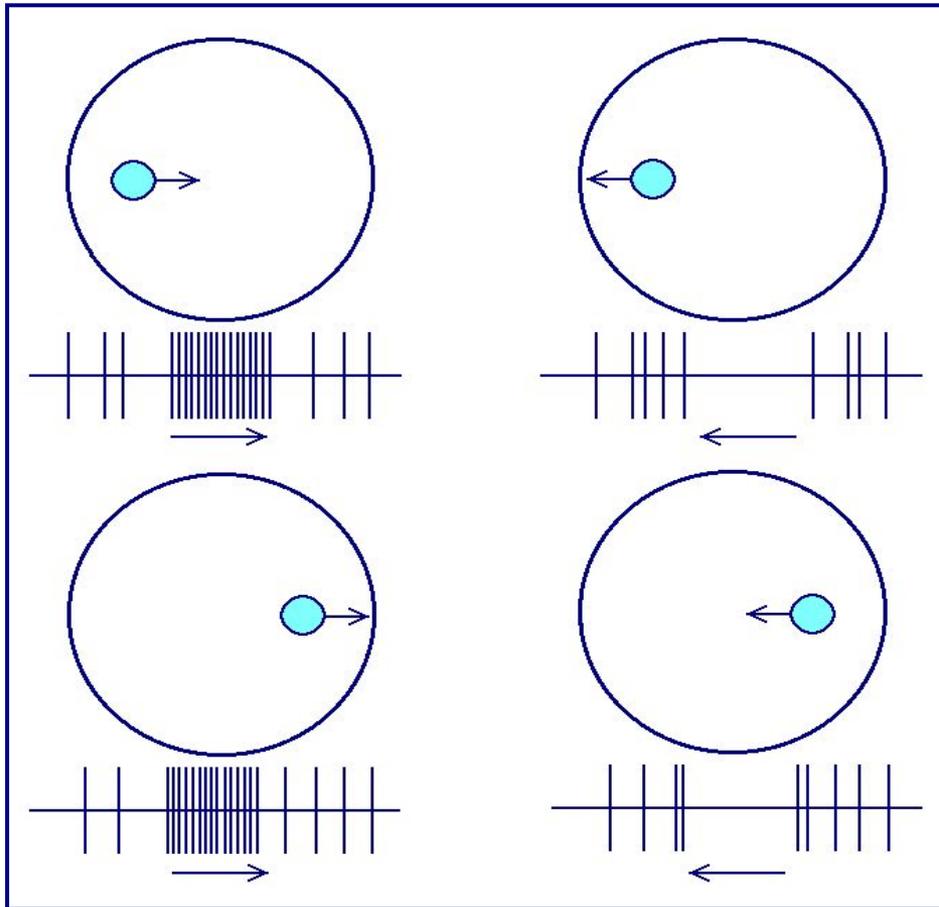


# Выделение предмета из окружения, оценка движения – магноцеллюлярная система





**(A) Зрительная кора обезьяны (макака). Слева – горизонтальный срез, повернутый на 90°, из правой затылочной доли мозга (на рисунке справа). Показана локализация участков зрительной коры V1, V2, V3 и V4**



**V5 организована в колонки. В одной колонке нейроны избирательно возбуждаются на движение в каком-то определенном направлении и слабо реагируют на другие направления движения. Предпочтительные направления варьируют от колонки к колонке.**

**Искусственно стимулируя активность нейронов в зоне коры V5 (париетальная кора) можно изменить представление о движении**

**ОРИЕНТИРОВАННО ИЗБИРАТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА** возбуждается при перемещении пятна света в одном определенном направлении (на рисунке вправо) и тормозится, если пятно движется в противоположную сторону. Направление движения пятна определяется в любом месте рецептивного поля данной клетки.

## **Оценка трехмерности пространства**

### **1. Монокулярная оценка глубины:**

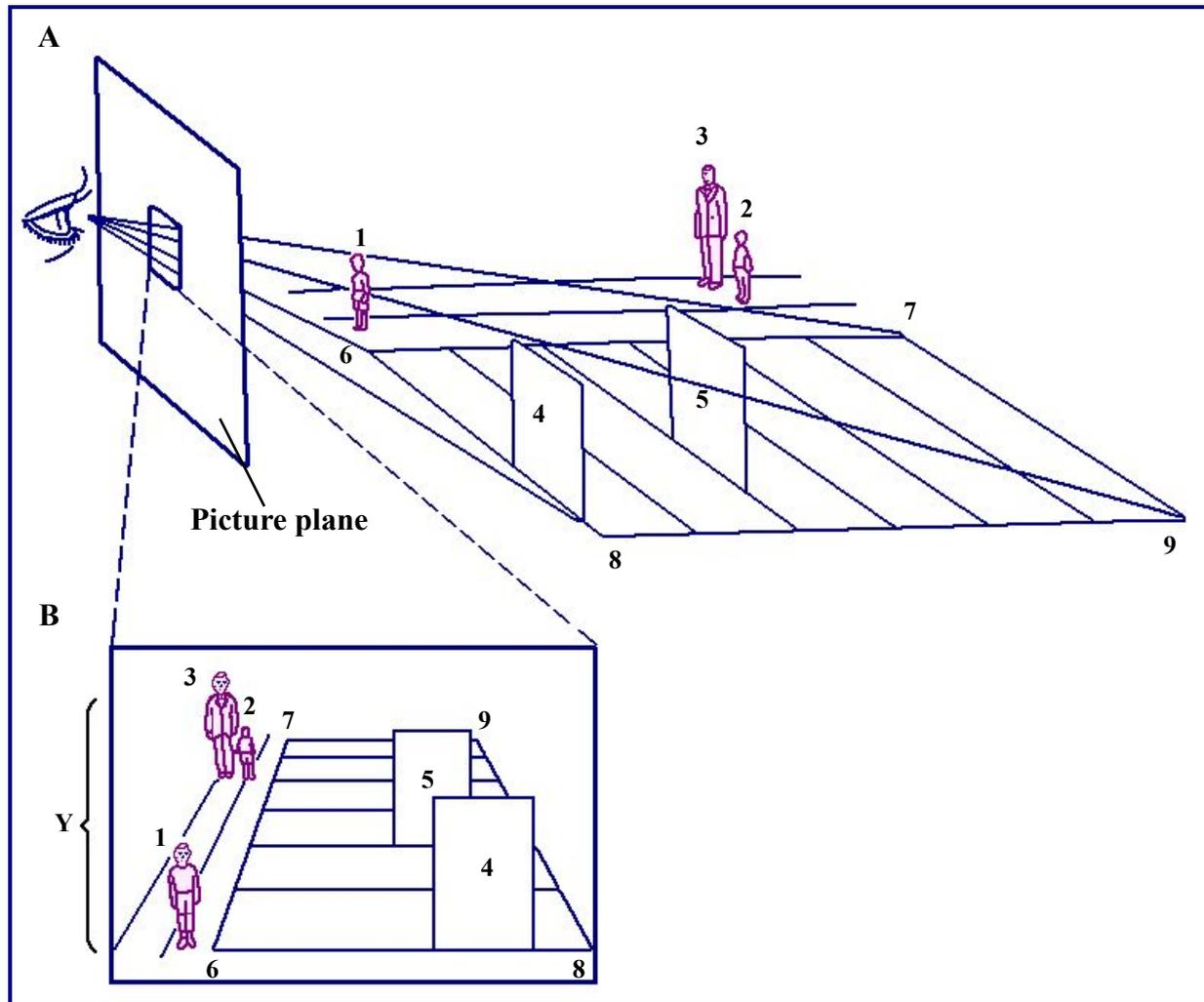
- предыдущие знания;
- взаимоположение фигур;
- схождение параллельных линий;
- яркость предметов и расположение теней;
- разная скорость перемещения ближних и дальних предметов при движении головы.

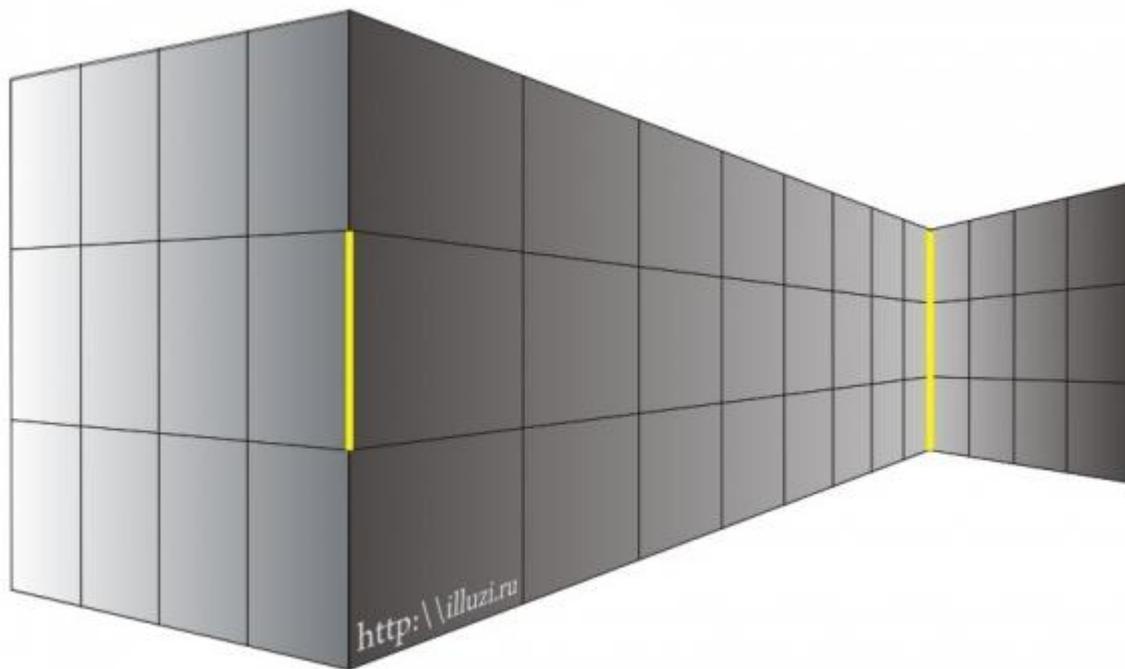
### **2. Бинокулярное несоответствие (стереоскопия).**

*Осуществляется уже на уровне первичной зрительной коры, где комбинируются сигналы от двух глаз.*

*Нейроны, чувствительные к несоответствию, принадлежат магноцеллюлярному пути.*

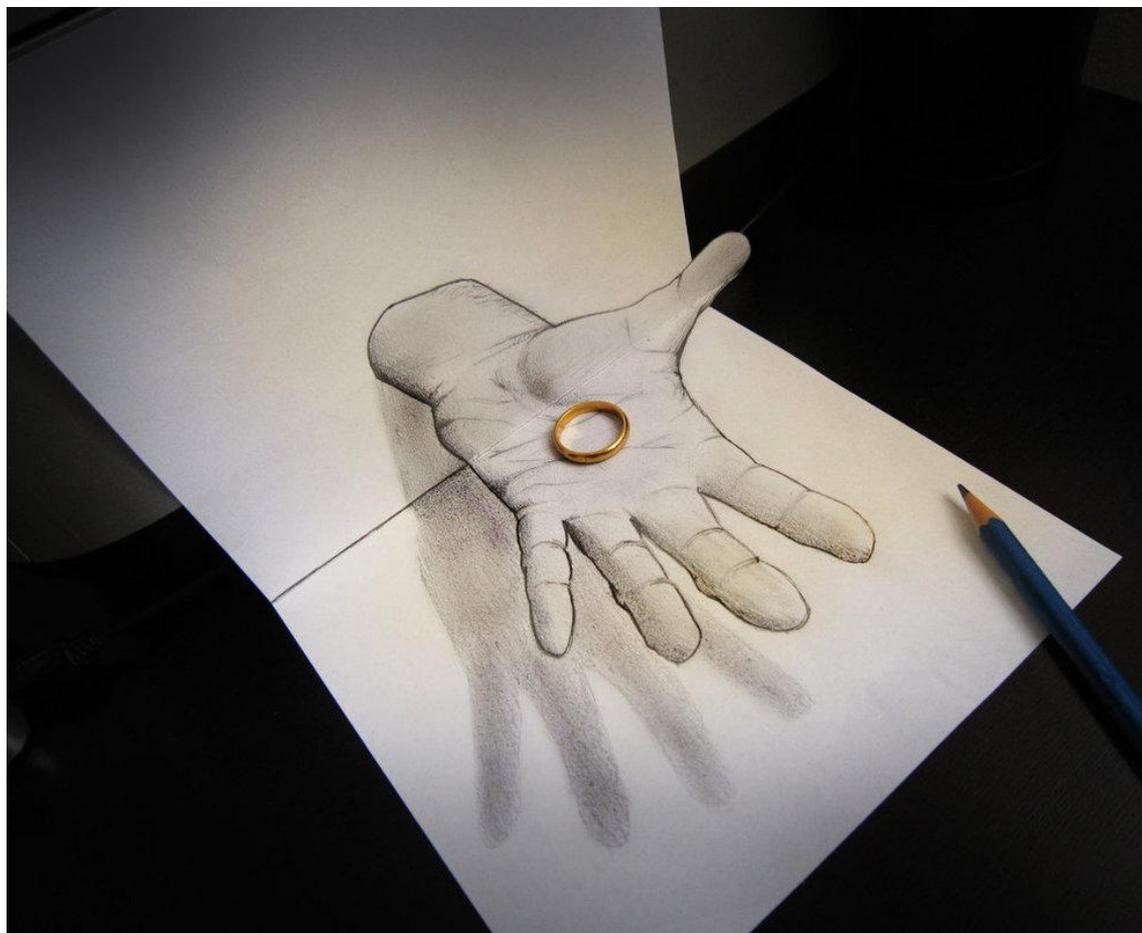
## Глубина зрения. Монокулярная оценка.





**Искажение реальных размеров за счет перспективы**

## Яркость предметов и тени



Умелая работа с тенью и отличное пространственное мышление итальянского иллюстратора Alessandro Diddi позволяют наполнить обычные картинки волшебством иллюзии. Рисунок карандашом на листе бумаги превращается в объемное изображение.

## Яркость предметов и тени, перспектива



Мост. Художник Ramon Bruin. Нидерланды.  
Интересные работы карандашом в стиле анаморфных 3D-иллюзий.

## Разная скорость движения близких и удаленных предметов



Сватовство майора, Федотов Павел Андреевич, 1849 г. Третьяковская галерея, Москва.

## Двигательный параллакс

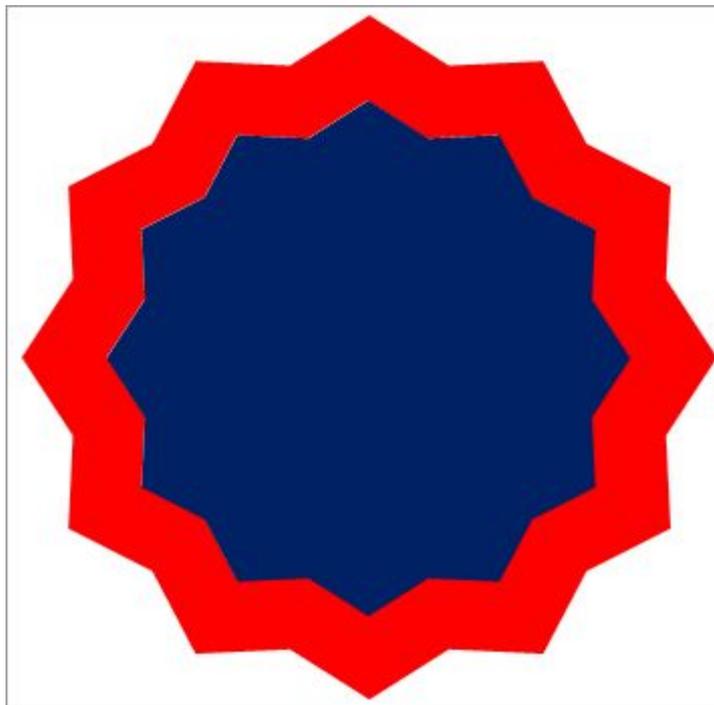


Деревья на переднем плане движутся быстро, а на заднем медленно. Наблюдателю кажется, что плоская картинка превращается в объемную.

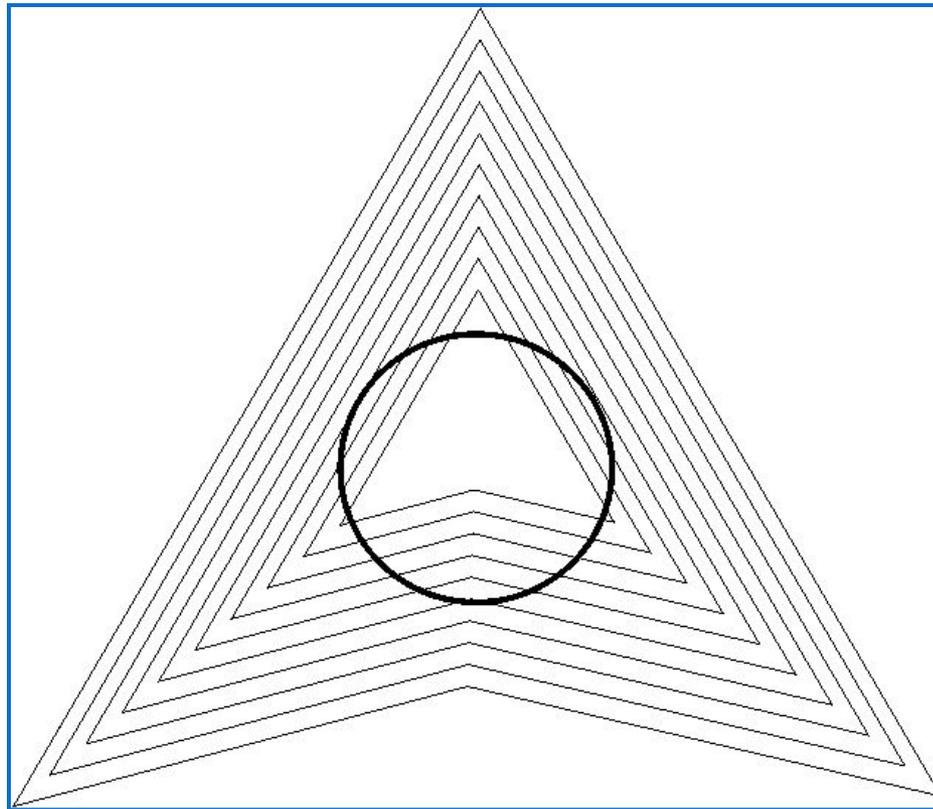


**Двигательный паралакс**

## Неадекватное отражение свойств воспринимаемого объекта

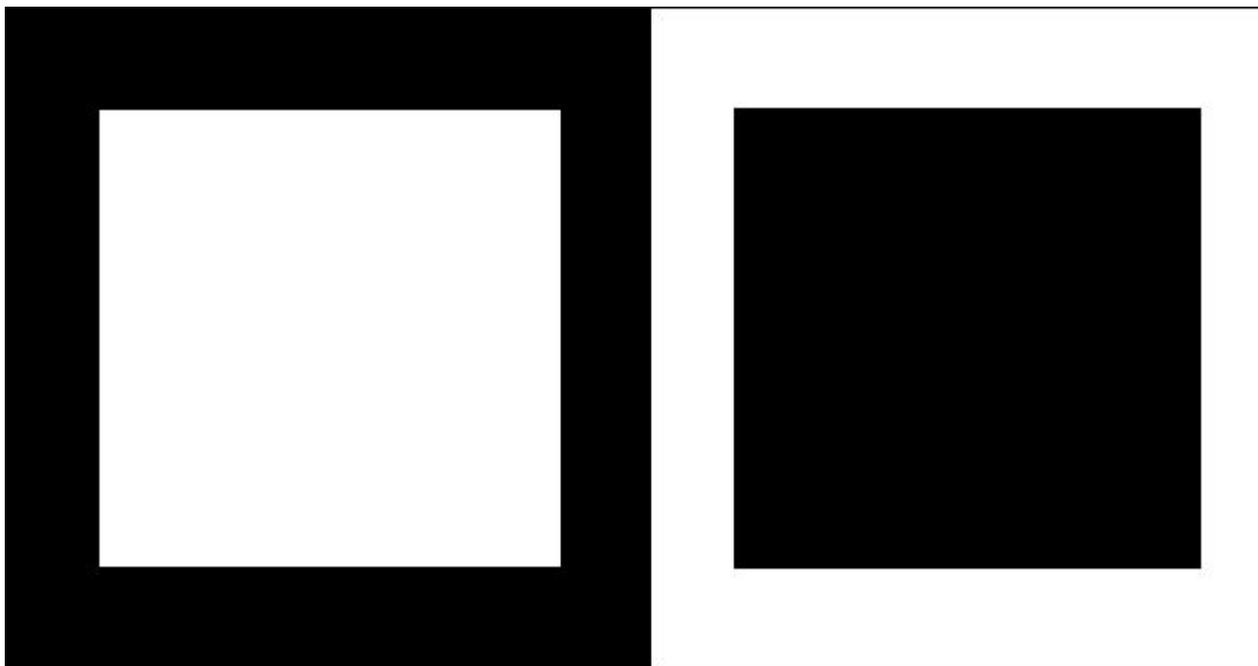


## Искажение формы предмета из-за фона



Большое значение имеет направление движения глаз и их подвижность.  
Ровная окружность кажется искаженной из-за фона.  
Наш глаз в первую очередь “схватывает” острый угол и перемещается сначала по кратчайшему направлению и лишь затем обследует стороны тупых углов.

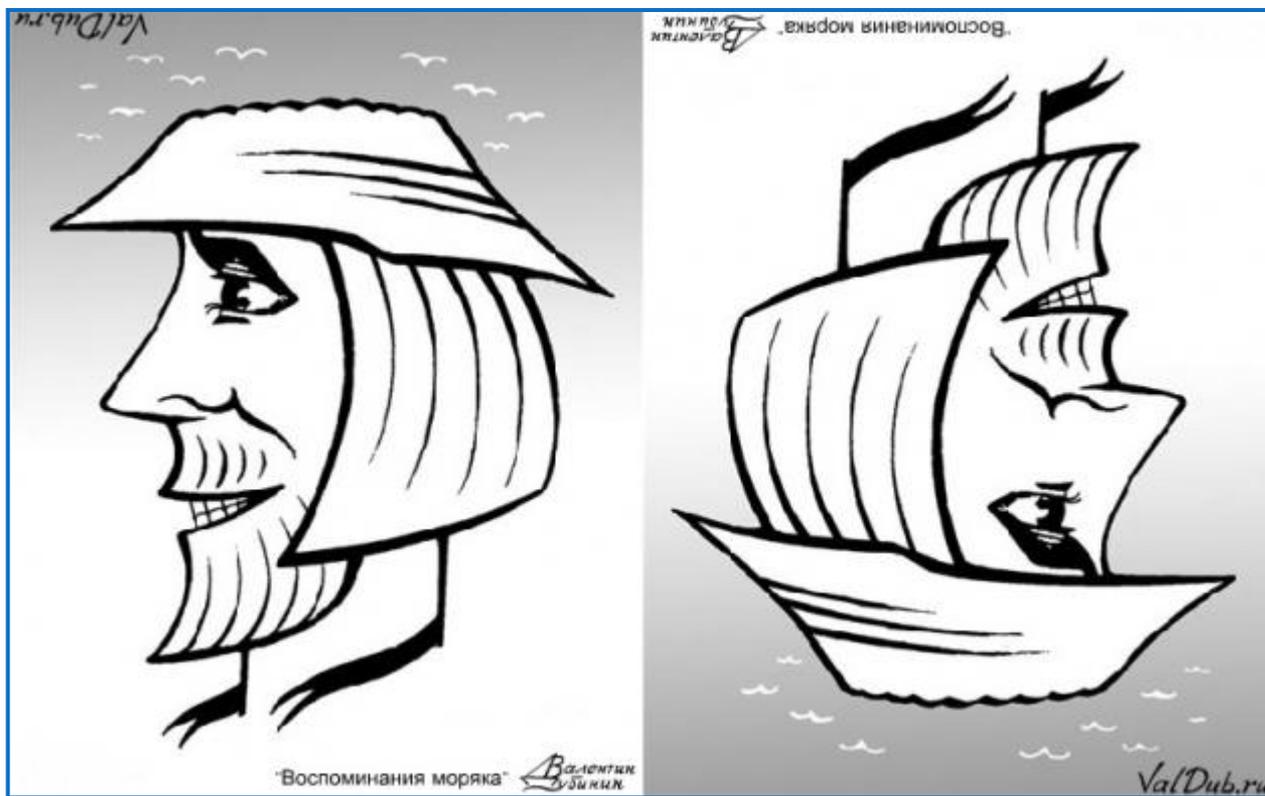
## Влияние фона на оценку размеров предмета

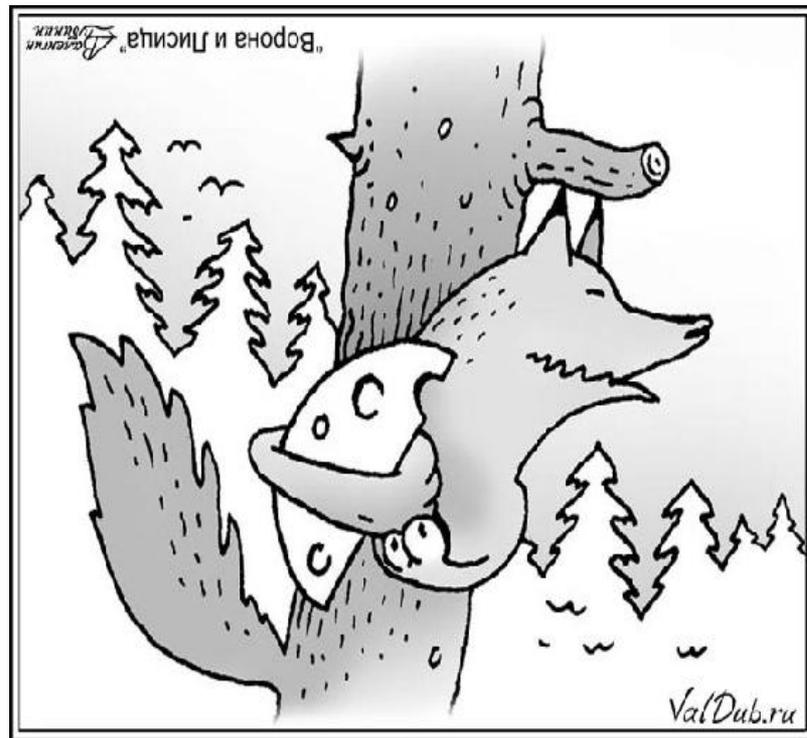


Иррадиация (лат. irradio — освещаю лучами) - рассеяние из-за несовершенства хрусталика. Явление зрительного восприятия человеком на контрастном фоне, при котором происходит оптический обман зрения, заключенный в том, что наблюдаемый предмет кажется иного размера, нежели его истинный размер.

Архитекторы Древней Греции угловые колонны своих построек делали толще прочих, учитывая, что эти колонны со многих точек зрения будут видны на фоне яркого неба и, вследствие явления иррадиации, будут казаться тоньше.

Перевертыш — вид оптической иллюзии, в которой от направления взгляда зависит характер воспринимаемого объекта.







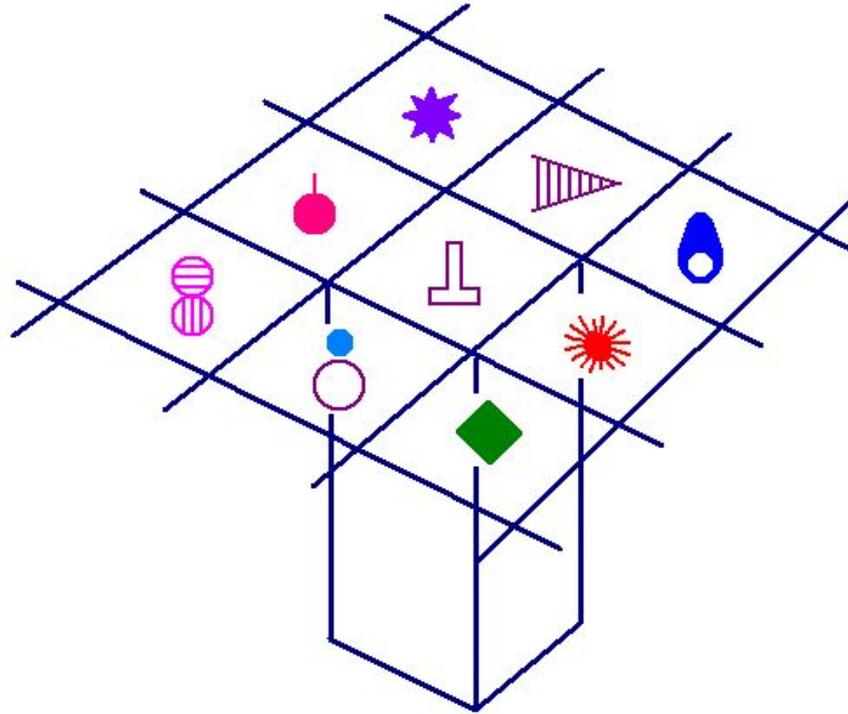
Чарльз Дарвин



Вы дети мои возлюбленные.

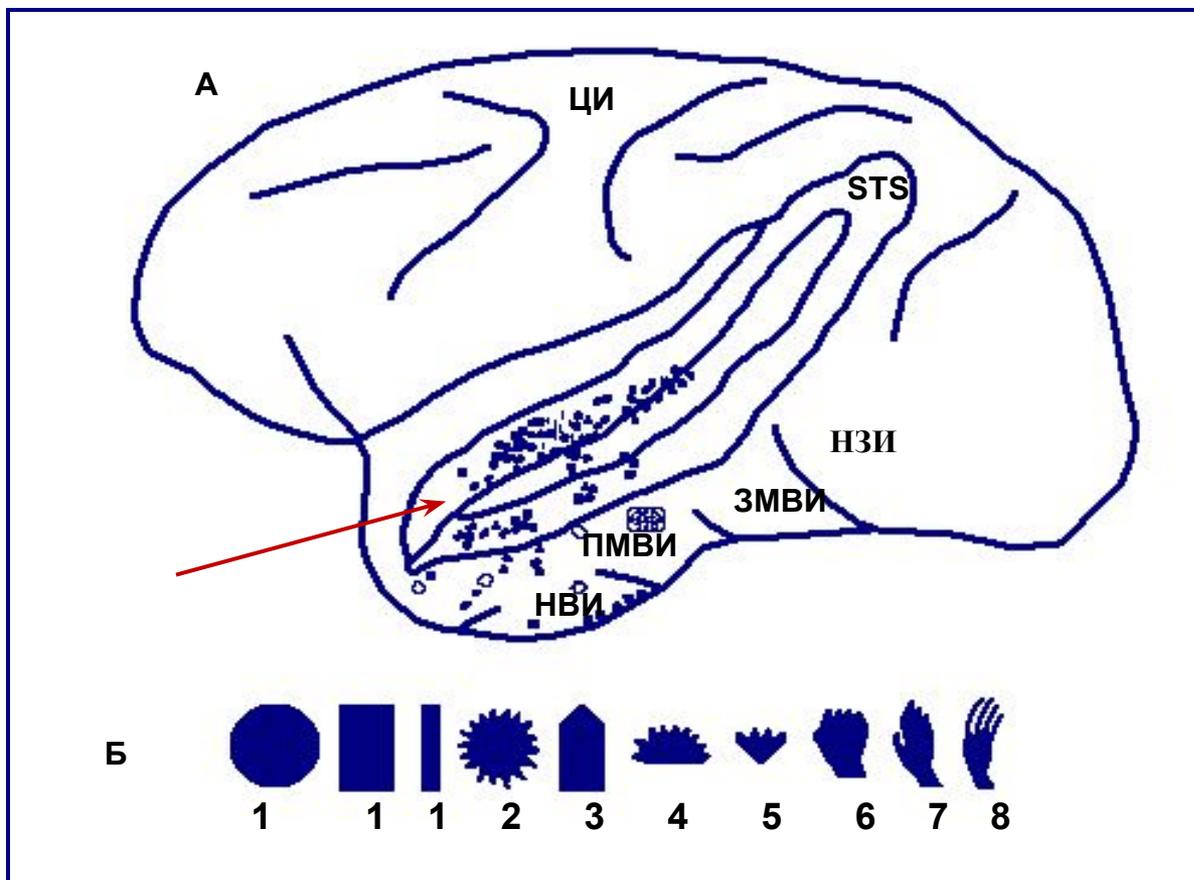
# Распознавание лица и деталей предмета – парвоцеллюлярная межшариковая система





Схема, показывающая колончатую организацию клеток, распознающих черты объекта в височной коре V4.

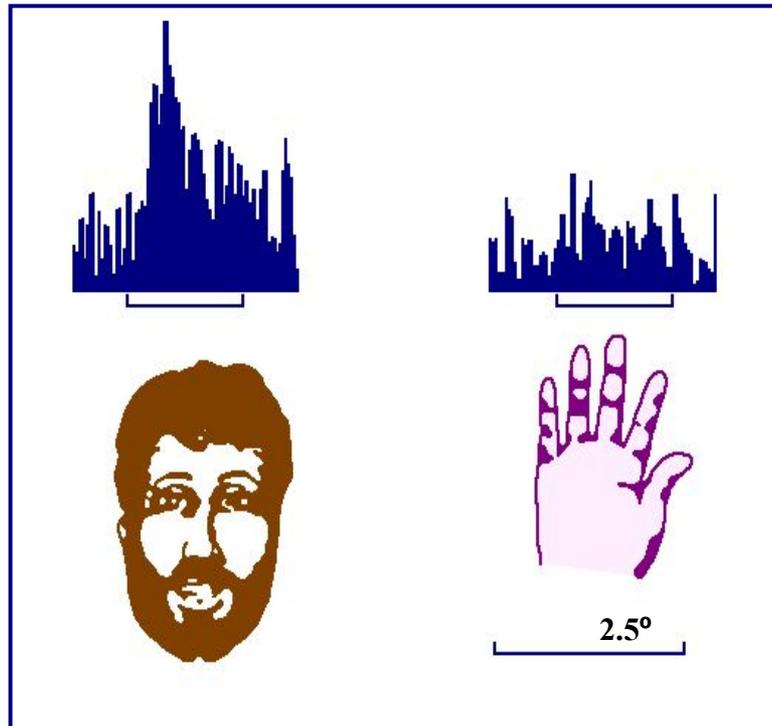
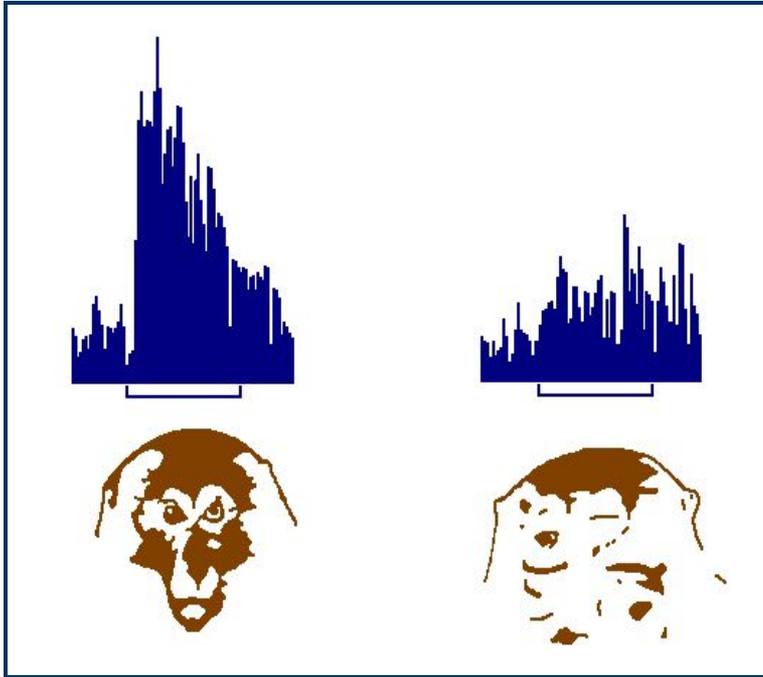
**Рецептивные поля нейронов височной коры очень большие. Нейроны реагируют на сложные стимулы.**



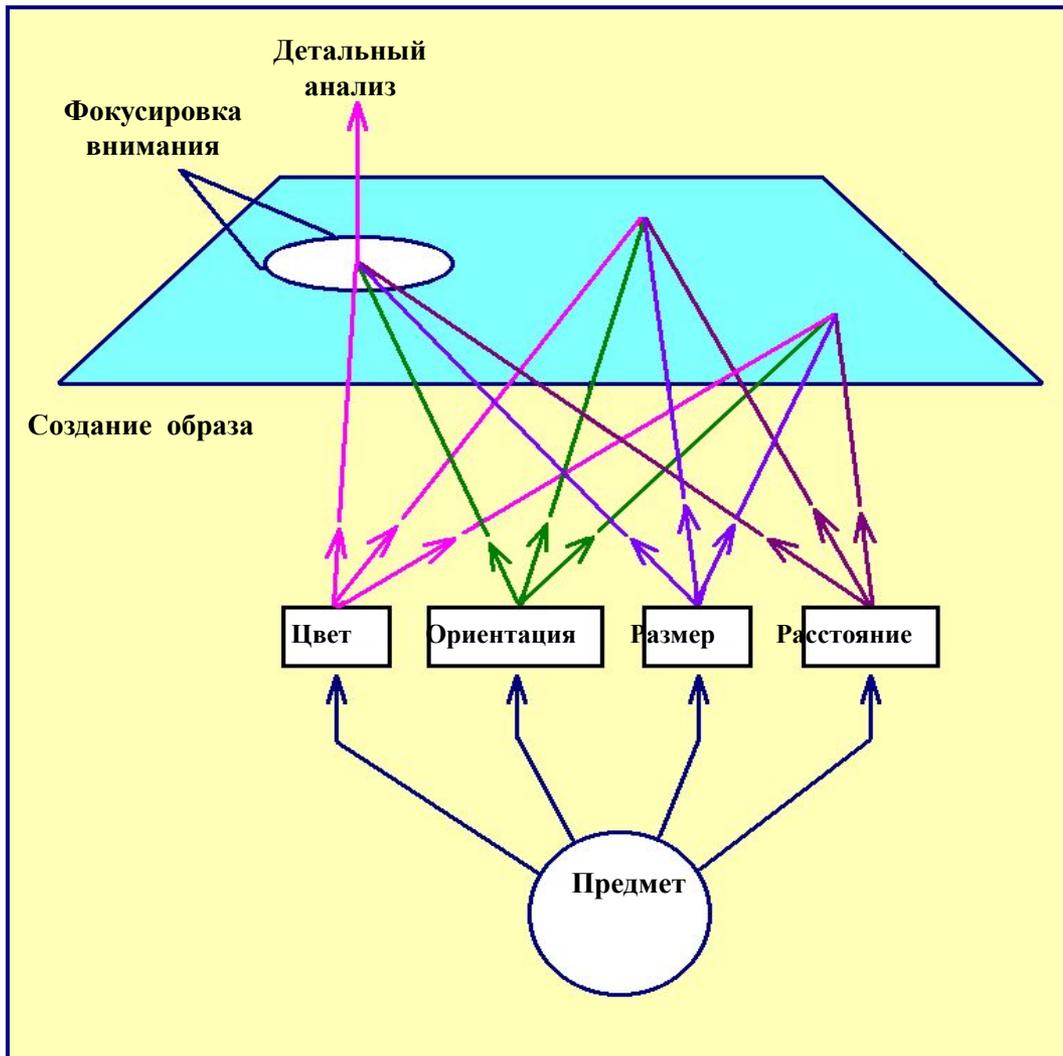
Определение образов в мозге макаки. (А) **Локализация клеток, чувствительных к образу лица.** ПМВИ – первая медиальная височная извилина, ЦИ – центральная извилина, НЗИ – нижняя затылочная извилина, НВИ - нижняя височная извилина, ЗМВИ – задняя медиальная височная извилина.

(Б) Ответы нижневисочных клеток на стимулы различной формы. Стимулы выставлены слева направо в порядке возрастания их способности возбуждать клетки – от отсутствия эффекта (1) или возникновения небольшого эффекта (2 и 3) до максимума (6).

Часть нейронов внутренней височной коры специализирована для распознавания лиц. Одни нейроны реагируют на черты лица, другие – на выражение лица.

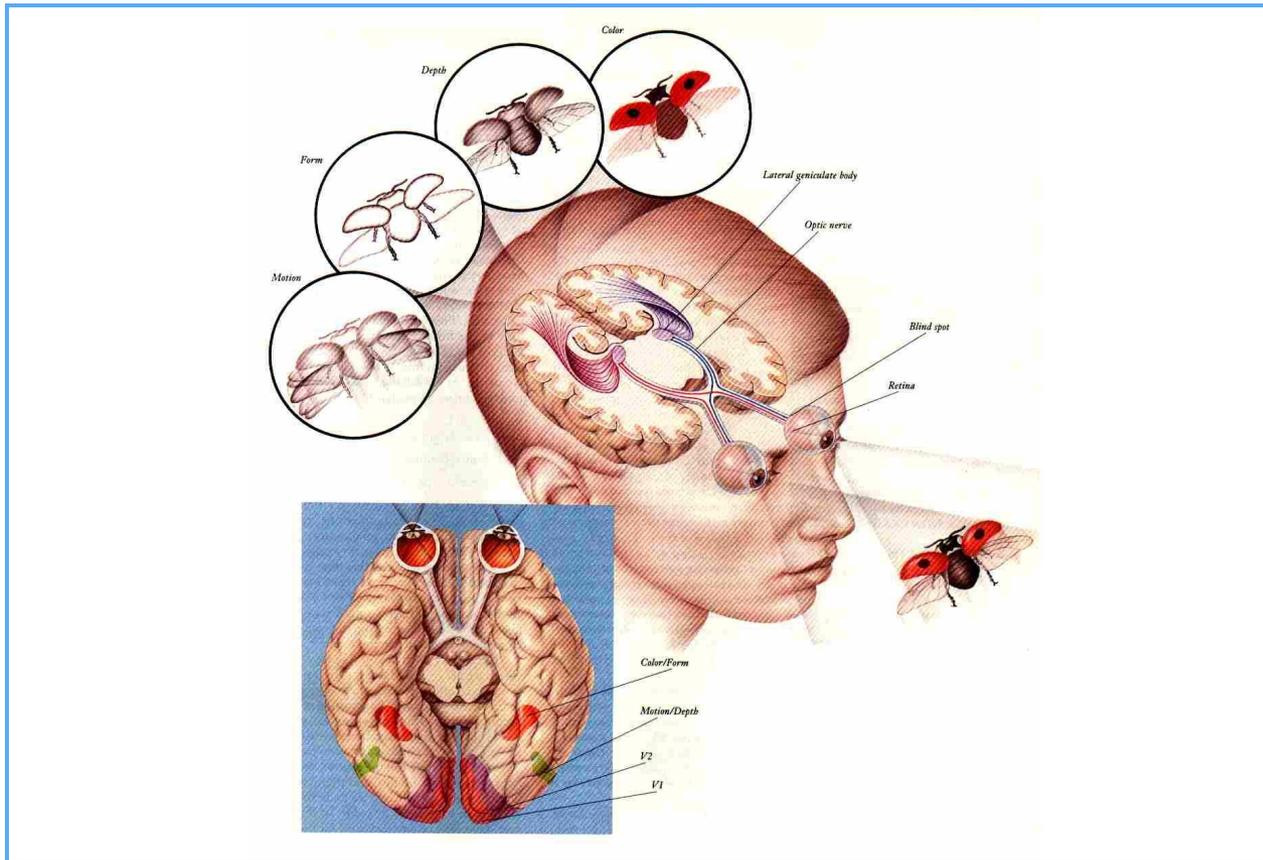


Для образования временных связей между нейронами, отвечающими за восприятие разных характеристик, требуется зрительное внимание.

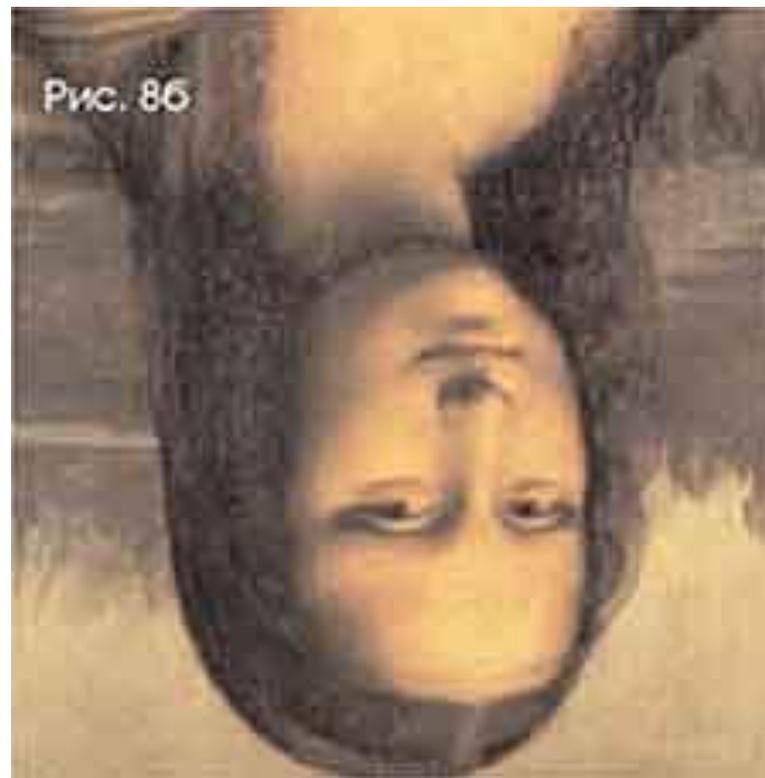
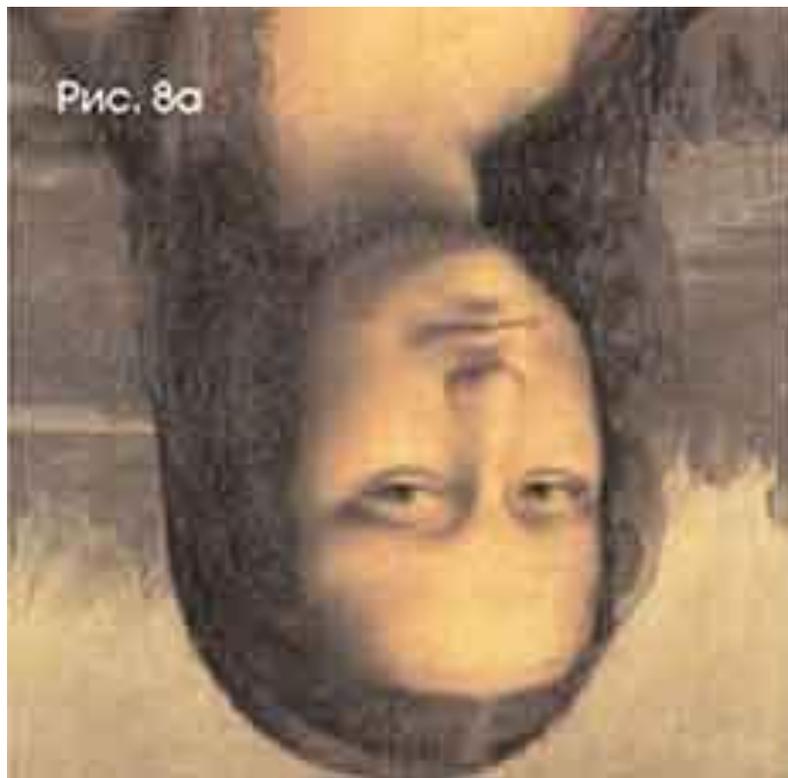


## Две стадии зрительного внимания

1. Выделение предмета из окружения по элементарным свойствам.
1. Разглядывание специальных характеристик предмета, остальное – фон. «Победитель забирает все»

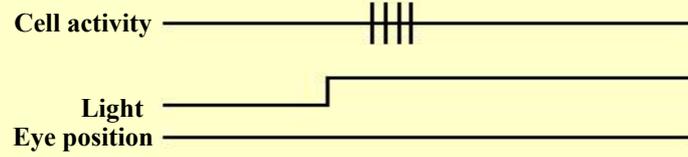
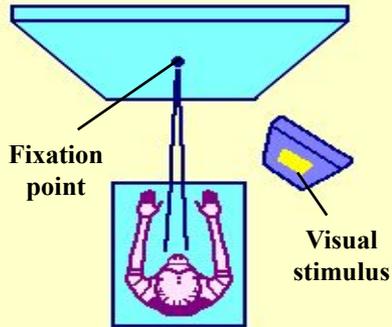
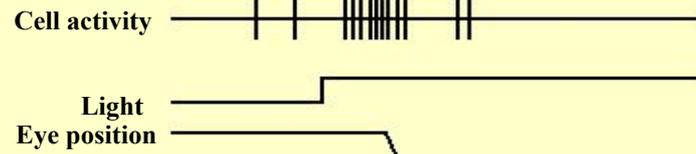
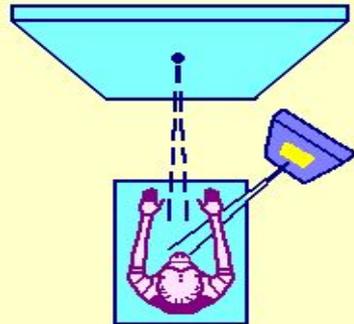
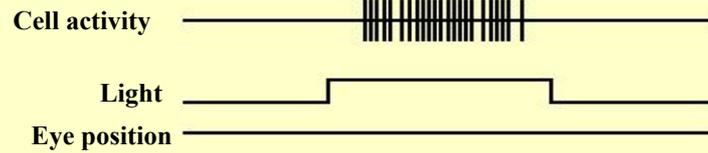
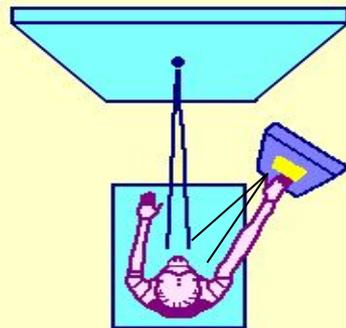


**Выделение предмета из окружения по элементарным свойствам.**







**A****B****C**

200 msec



Цветовое зрение

ЦВЕЛОВОЕ ЗВЕННЕ

**Цвет способствует выделению предмета из окружения**



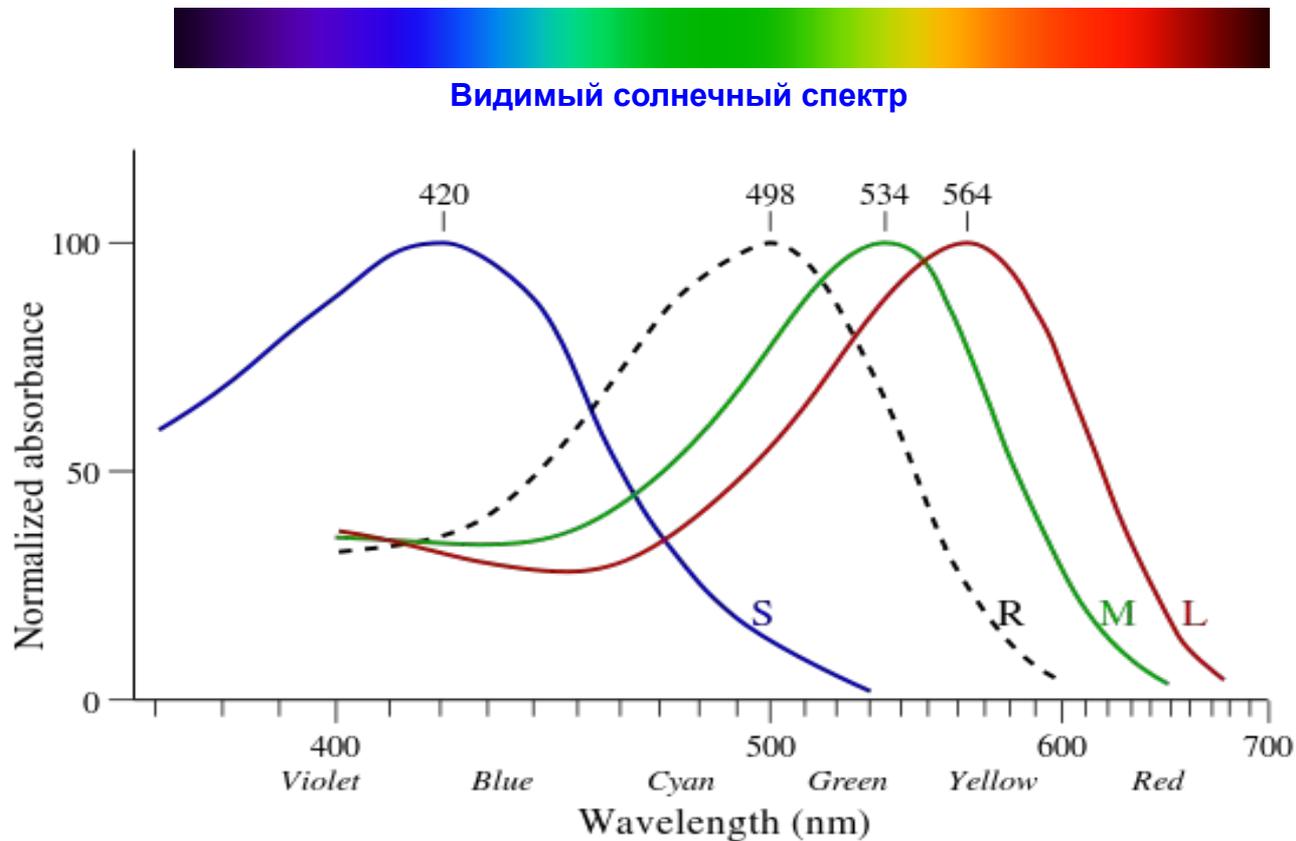
**Цвет способствует выделению предмета из окружения**



# Цветовое зрение – парвоцеллюлярная шариковая система



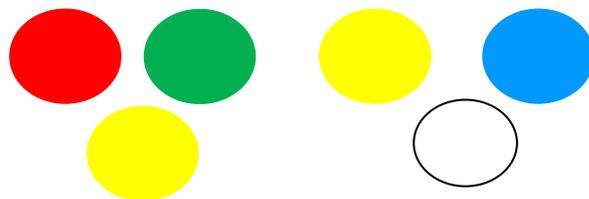
Длина волны фотона не влияет на ответ колбочки, но количество фотонов, поглощенных колбочкой, зависит от длины волны.



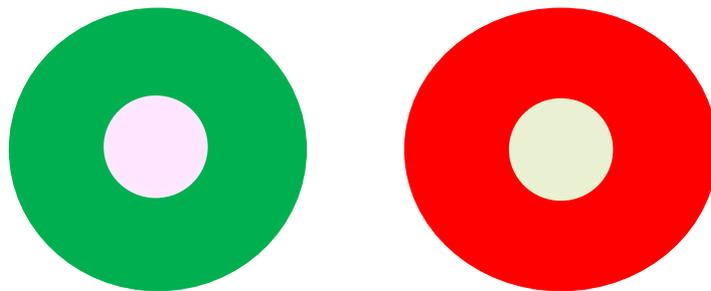
Нормализованные графики светочувствительности колбочек человеческого глаза **S**, **M**, **L**. Пунктиром показана сумеречная, «чёрно-белая» восприимчивость палочек

# Три принципа цветового зрения

1. **Оппонентность цветов** (взаимное уничтожение цветов - объект, который одновременно красный и зеленый, воспринимается как желтый).



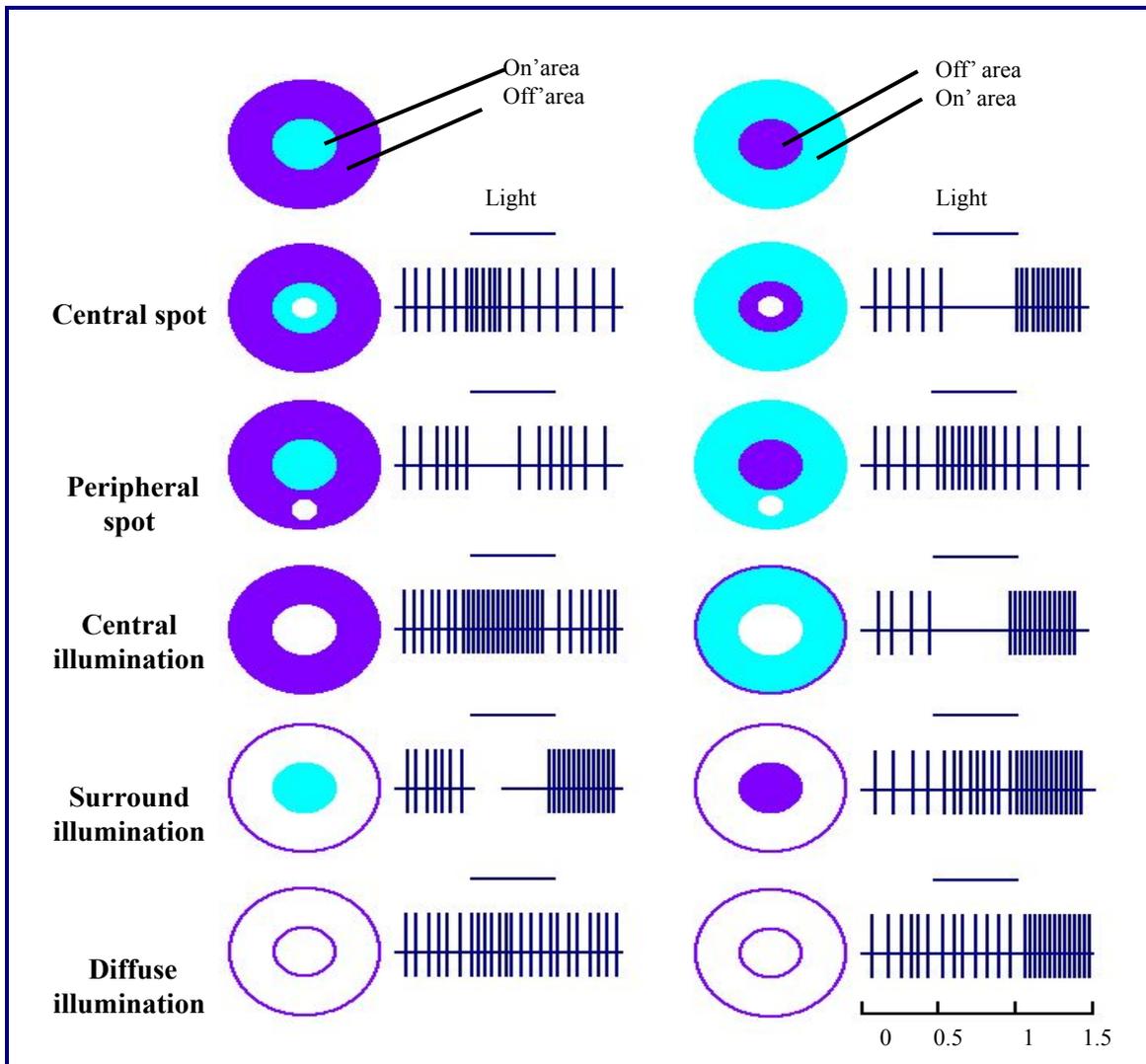
1. **Цветовой контраст** (фон влияет на цвет объекта - серый объект на зеленом фоне имеет красноватый оттенок).



1. **Постоянство цвета** (сохранение цвета при разной освещенности).

### On-center field

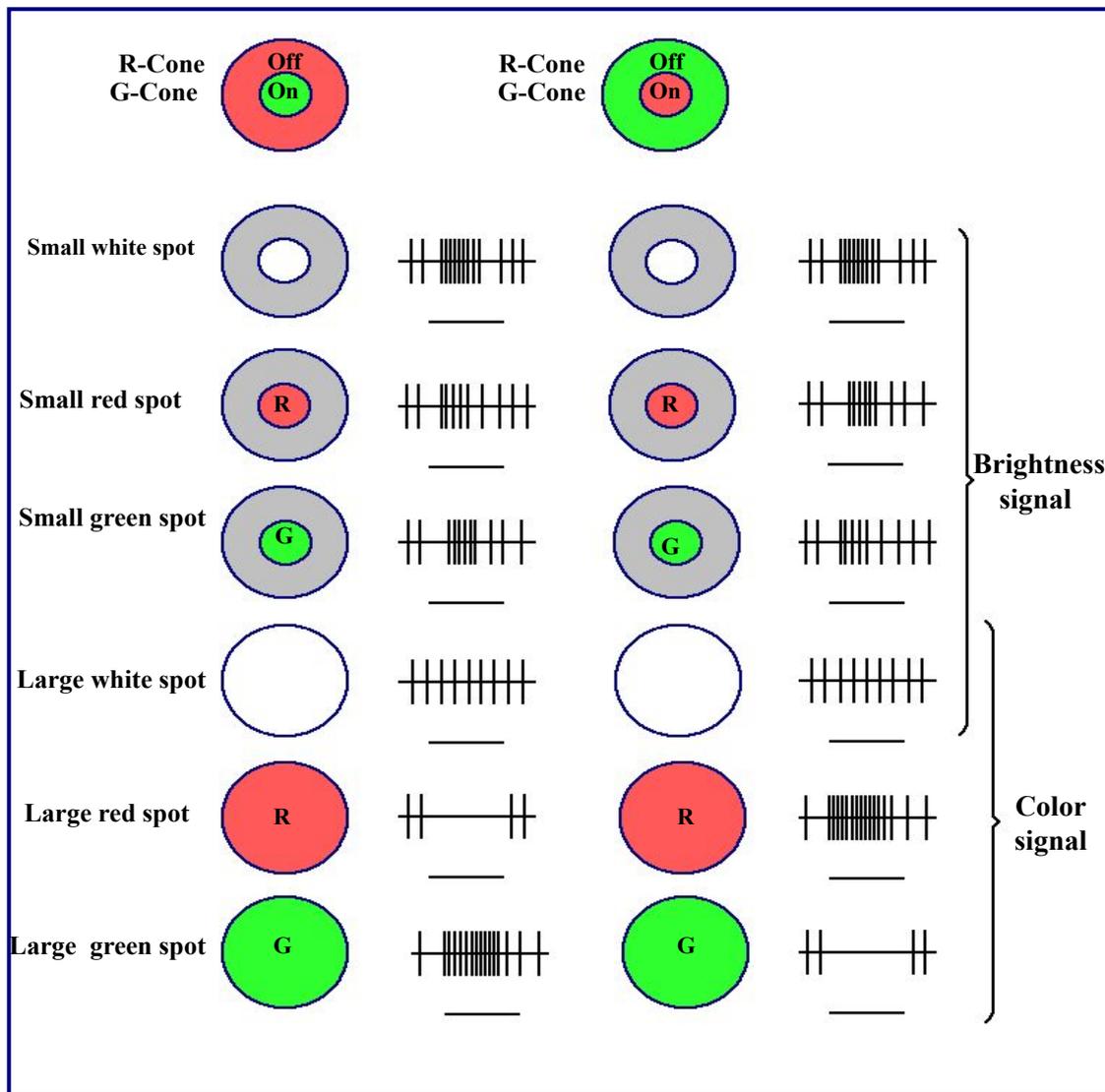
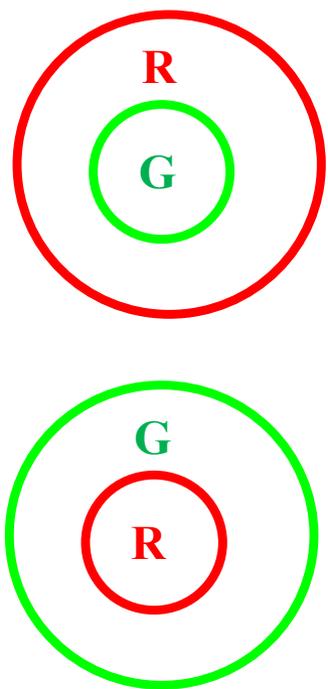
### Off-center field



## Сетчатка и колленчатые ядра таламуса

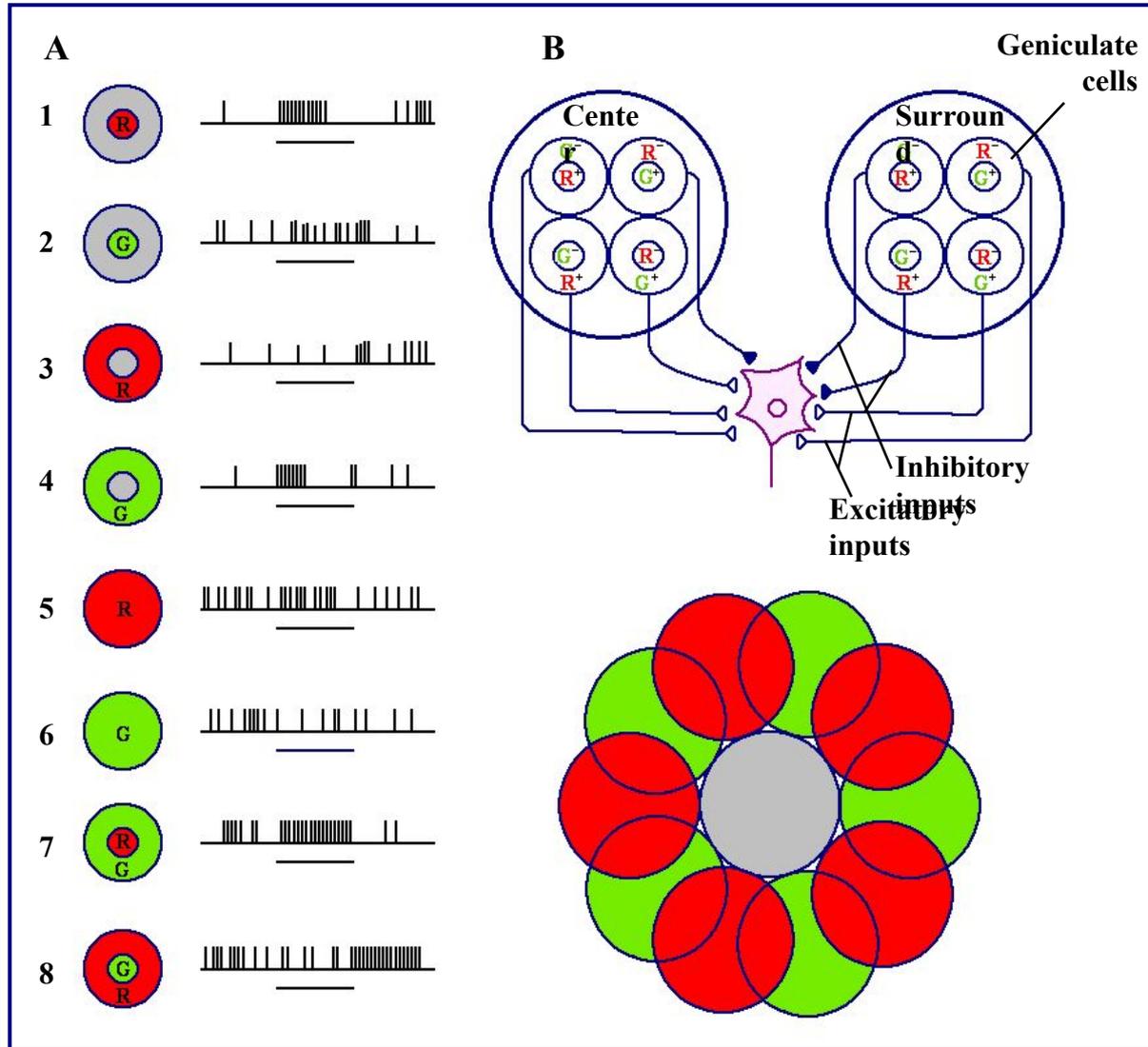
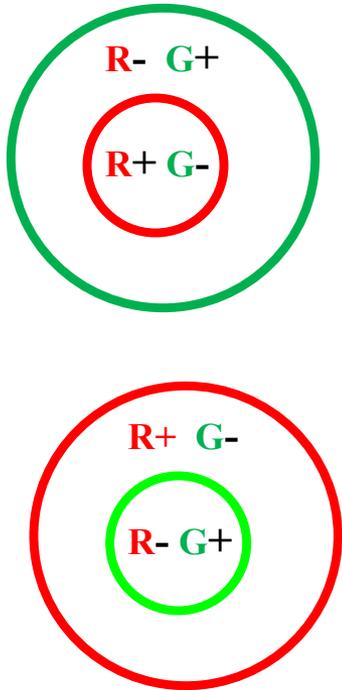
Клетки с широкими связями (M и P клетки) реагируют на яркость центра по сравнению с окружением

# Сетчатка и колленчатые ядра таламуса



Клетки оппонентных цветов (Р-клетки) передают информацию о цвете

# Зрительная кора



Дубль-опponentные клетки зрительной коры сосредоточены в зоне шариков (2,3 слои).

# Три принципа цветового зрения

- 1. Оппонентность цветов** (объект, который одновременно красный и зеленый, воспринимается как желтый – взаимное уничтожение цветов).
- 1. Цветовой контраст** (серый объект на зеленом фоне имеет красноватый оттенок – фон влияет на цвет объекта).
- 1. Постоянство цвета** (сохранение цвета при разной освещенности - серый свет добавляется одинаково ко всем колбочкам, и соотношение остается прежним).

**Оттенки** - пропорция активированных трех типов колбочек предметом и фоном.

Красный/Зеленый/Голубой.

**200** оттенков

**Насыщение** – как много данного цвета разбавлено серым. (Красный/К+З+Г) + (Голубой/К+З+Г) + (Зеленый/К+З+Г).

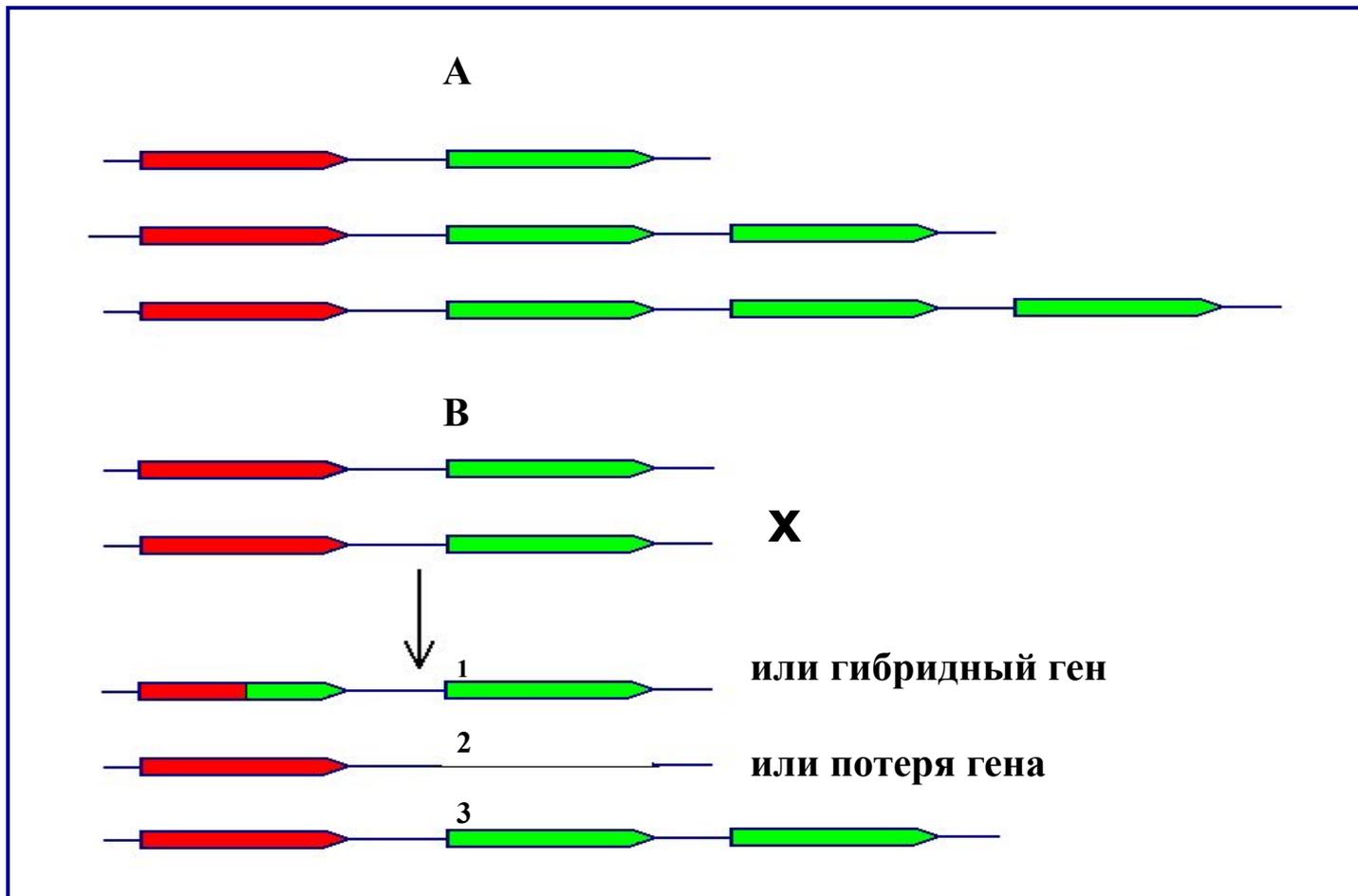
**20** стадий насыщения для каждого оттенка.

**Яркость** – суммарное воздействие объекта на все три типа колбочек и палочки.

Красный+Зеленый+Голубой+Палочки.

**500** градаций яркости

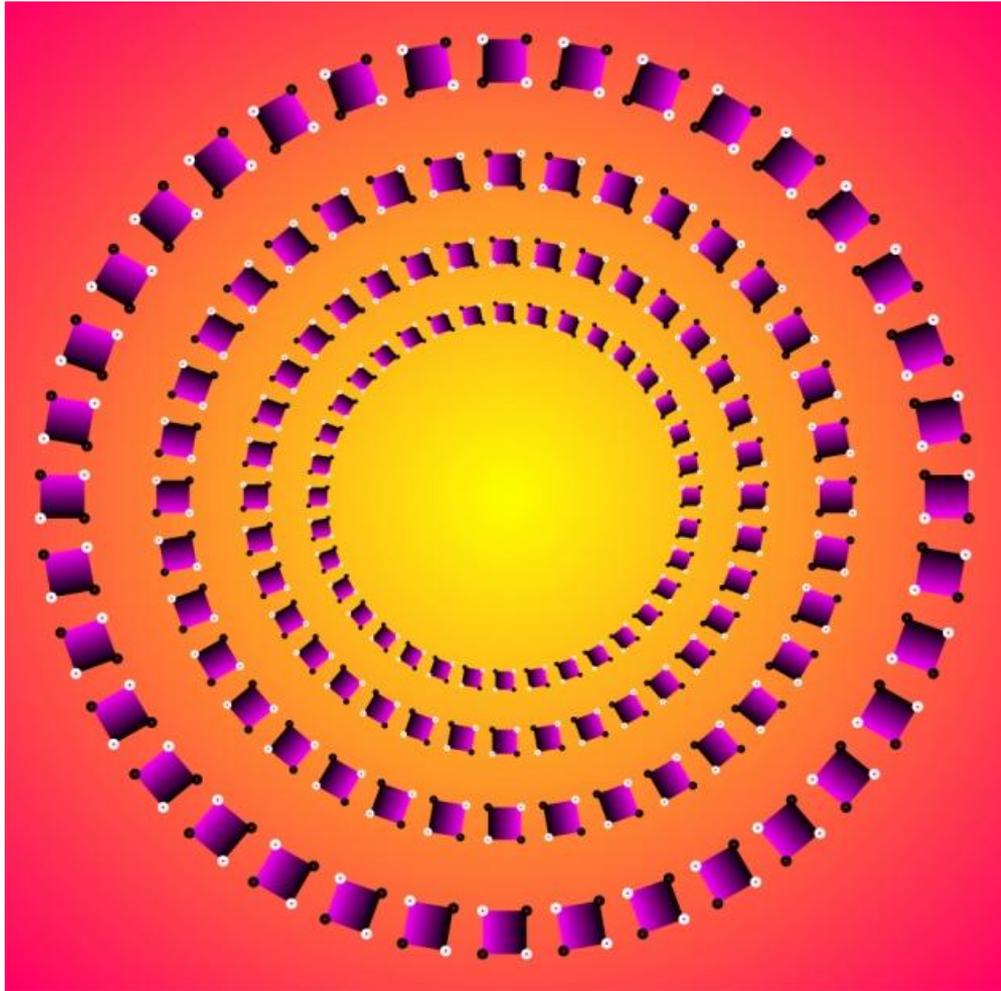
**Цветовое зрение может выделить -  $200 \cdot 20 \cdot 500 = 2\,000\,000$  градаций**

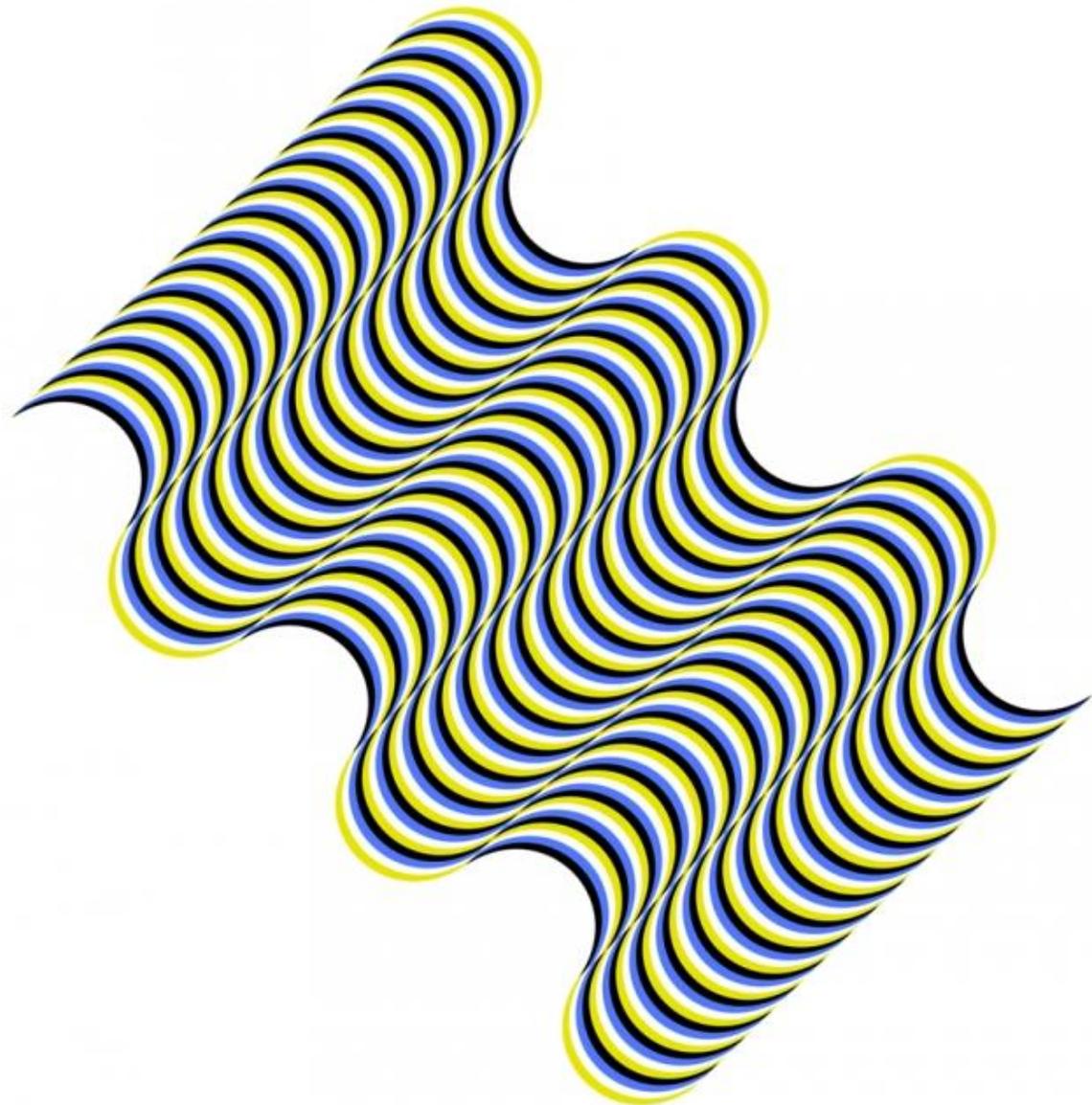


Гены красного и зеленого пигмента локализованы в X хромосоме – **1%** мужчин не воспринимает красный цвет, **2%** - не воспринимают зеленый. Ген голубого пигмента - в 7 хромосоме (нарушения 0.001%). Ген родопсина – в 3 хромосоме.

**Видеть – это значит понять по  
изображению, что это такое и где  
оно находится.**

Острота зрения

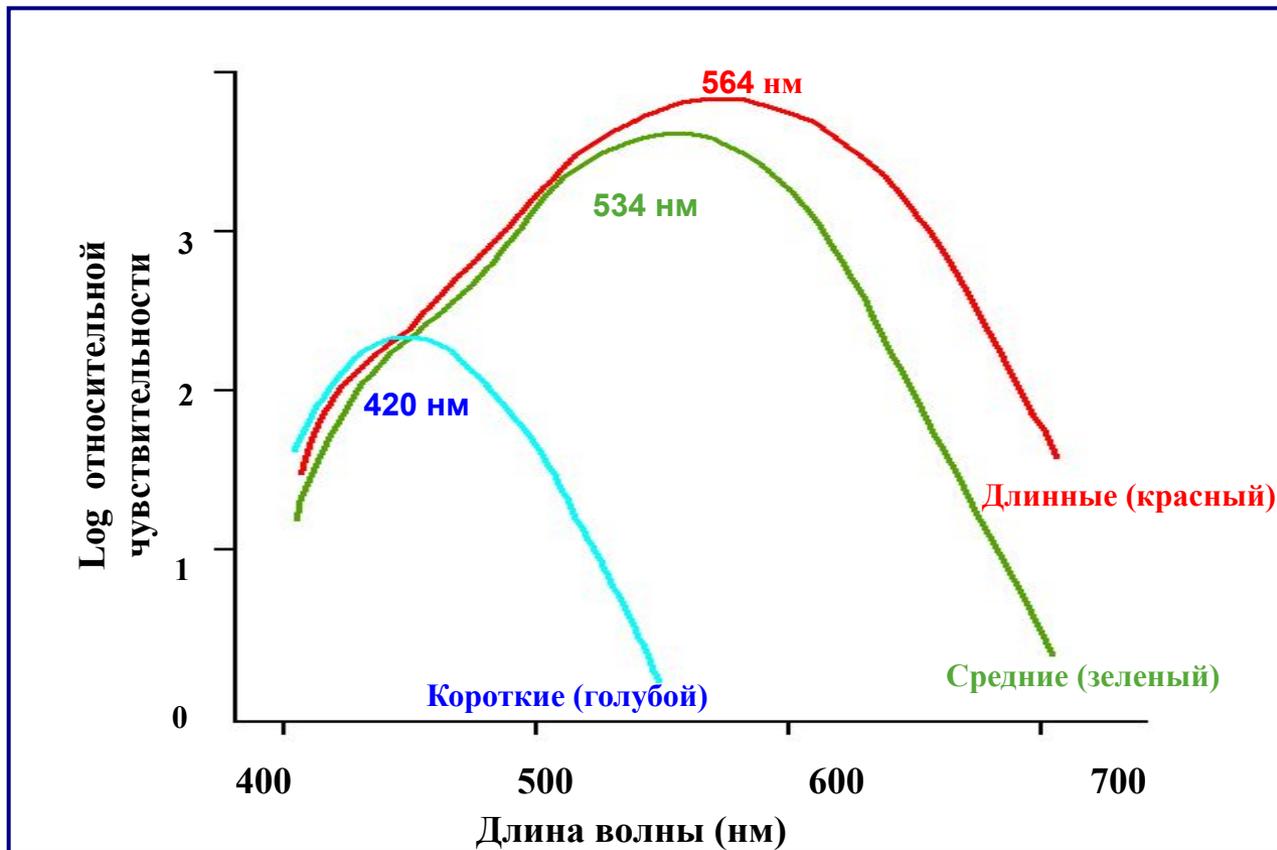








**Длина волны фотона не влияет на ответ колбочки, но количество фотонов, поглощенных колбочкой зависит от длины волны.**



**Чувствительность трех разных колбочковых систем отражает чувствительность самих фоторецепторов (колбочек) с разными пигментами, относительное количество разных типов колбочек и весовой вклад каждого типа колбочек.**



