

# Абберации

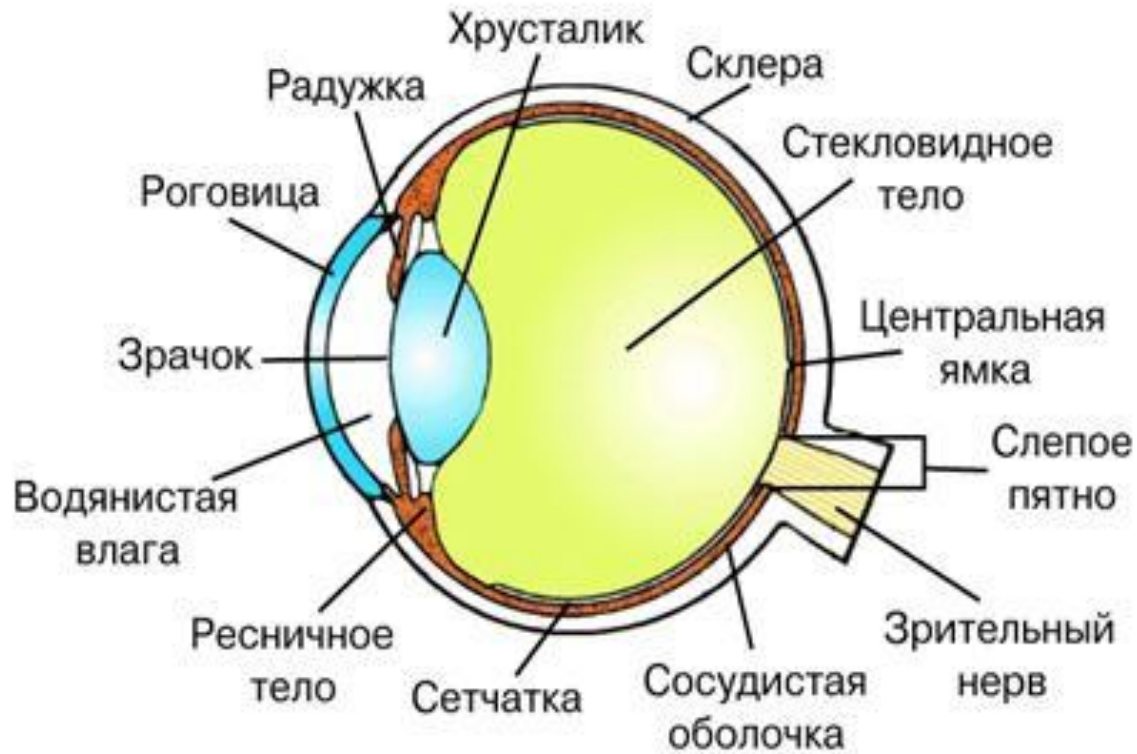
# Основные функции глаза:

оптическая система, проецирующая изображение;

система, воспринимающая и «кодирующая» полученную информацию для головного мозга;

«обслуживающая» система жизнеобеспечения.

# СТРОЕНИЕ ГЛАЗА



# Строение глаза

**Роговица** – прозрачная оболочка, покрывающая переднюю часть глаза. В ней отсутствуют кровеносные сосуды, она имеет большую преломляющую силу. Входит в оптическую систему глаза. Роговица граничит с непрозрачной внешней оболочкой глаза – склерой.

**Передняя камера глаза** – это пространство между роговицей и радужкой. Она заполнена внутриглазной жидкостью.

**Радужка** – по форме похожа на круг с отверстием внутри (зрачком). Радужка состоит из мышц, при сокращении и расслаблении которых размеры зрачка меняются. Радужка отвечает за цвет глаз (если он голубой – значит, в ней мало пигментных клеток, если карий – много). Выполняет ту же функцию, что и диафрагма в фотоаппарате, регулируя светопоток.

# Строение глаза

**Зрачок** – отверстие в радужке. Его размеры обычно зависят от уровня освещенности. Чем больше света, тем меньше зрачок.

**Хрусталик** – «естественная линза» глаза. Он прозрачен, эластичен – может менять свою форму, почти мгновенно «наводя фокус», за счет чего человек видит хорошо и вблизи, и вдали. Располагается в капсуле, удерживается ресничным пояском.

**Стекловидное тело** – гелеобразная прозрачная субстанция, расположенная в заднем отделе глаза. Стекловидное тело поддерживает форму глазного яблока, участвует во внутриглазном обмене веществ.

# Строение глаза

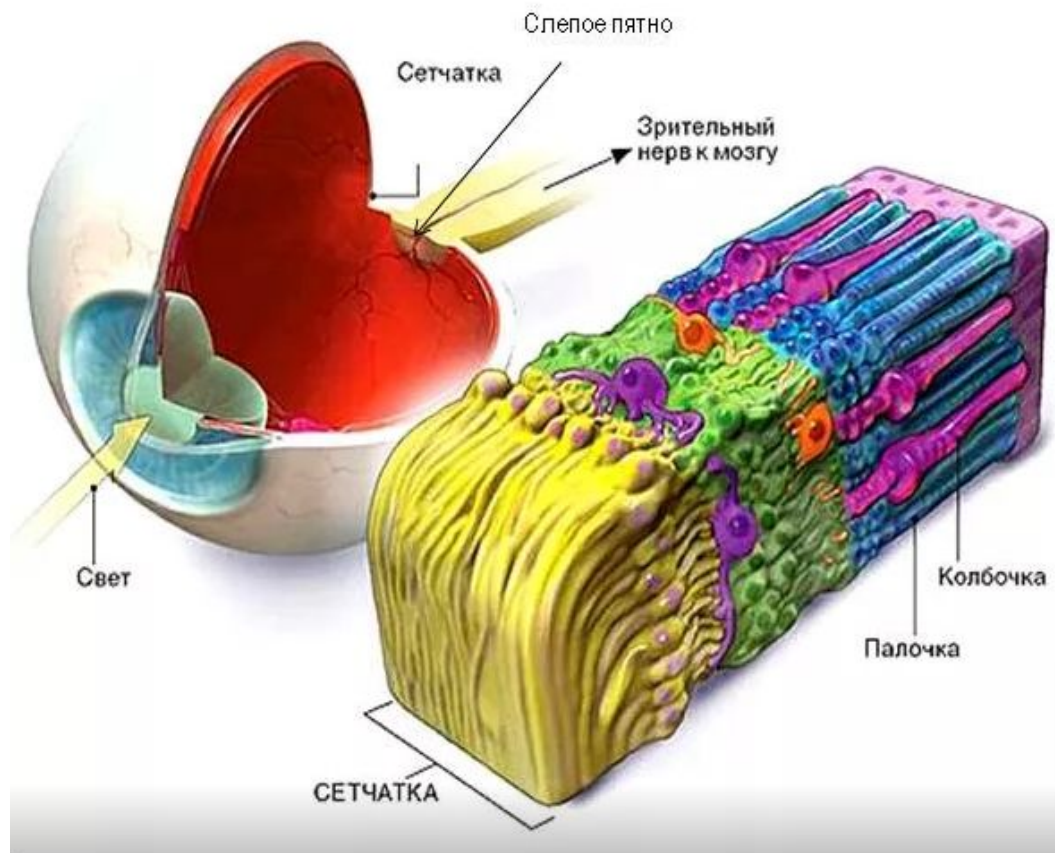
**Сетчатка** – состоит из фоторецепторов (они чувствительны к свету) и нервных клеток. Клетки-рецепторы, расположенные в сетчатке, делятся на два вида – колбочки и палочки. В этих клетках происходит преобразование энергии света в электрическую энергию нервной ткани.

**Склера** – непрозрачная внешняя оболочка глазного яблока, переходящая в передней части глазного яблока в прозрачную роговицу. К склере крепятся 6 глазодвигательных мышц.

**Сосудистая оболочка** – выстилает задний отдел склеры; к ней прилегает сетчатка, с которой она тесно связана. Сосудистая оболочка отвечает за кровоснабжение внутриглазных структур.

**Зрительный нерв** – передает сигналы от нервных окончаний в головной мозг.

# Сетчатка глаза

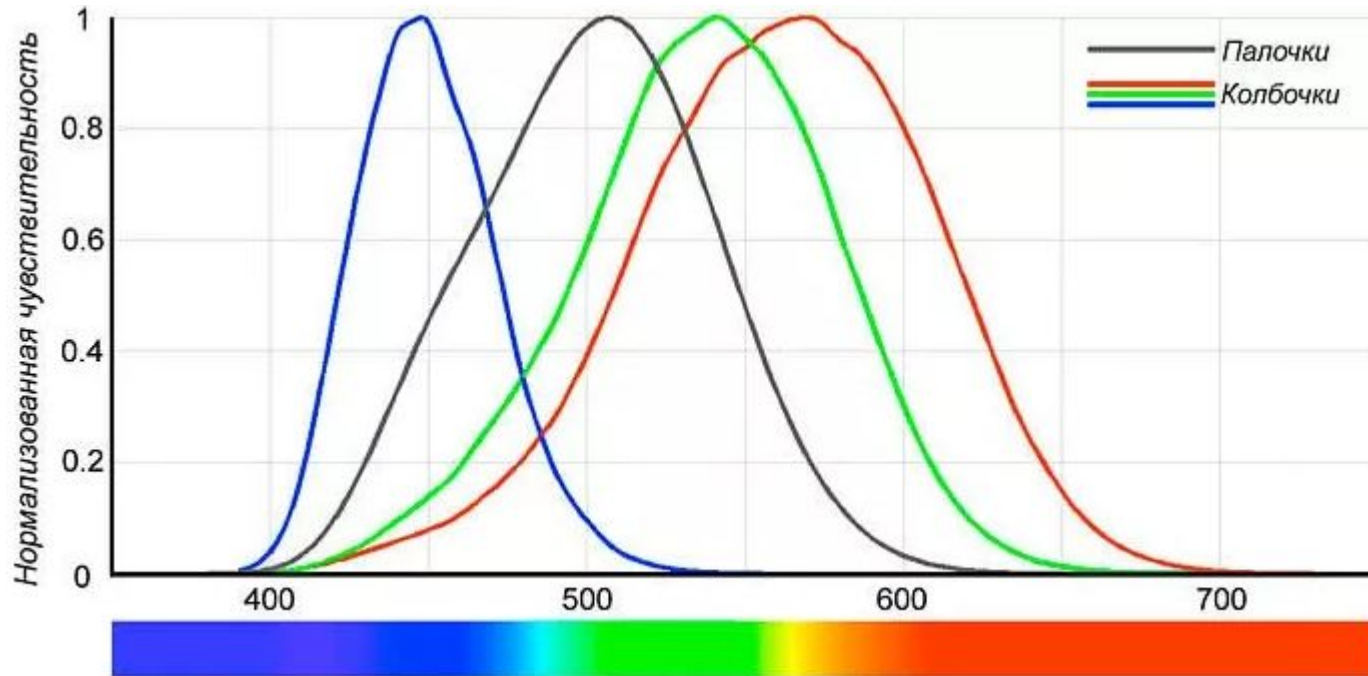


Палочк и 125 МЛН.	Колбоч ки 75 МЛН.
-------------------------	-------------------------

Колбочки различают цвета

Палочки отвечают за восприятие освещенности

# Спектр восприятия цвета колбочками и палочками



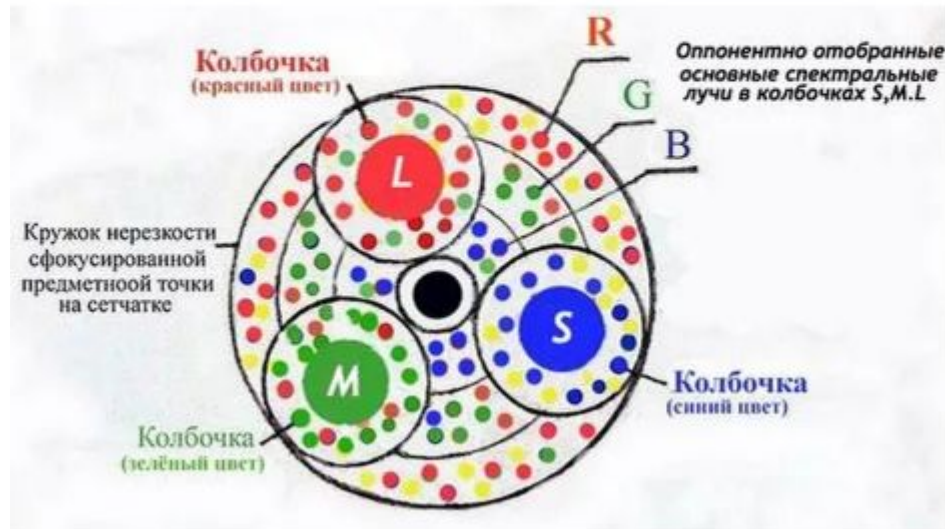
Колбочки различают цвета

Палочки отвечают за восприятие освещенности

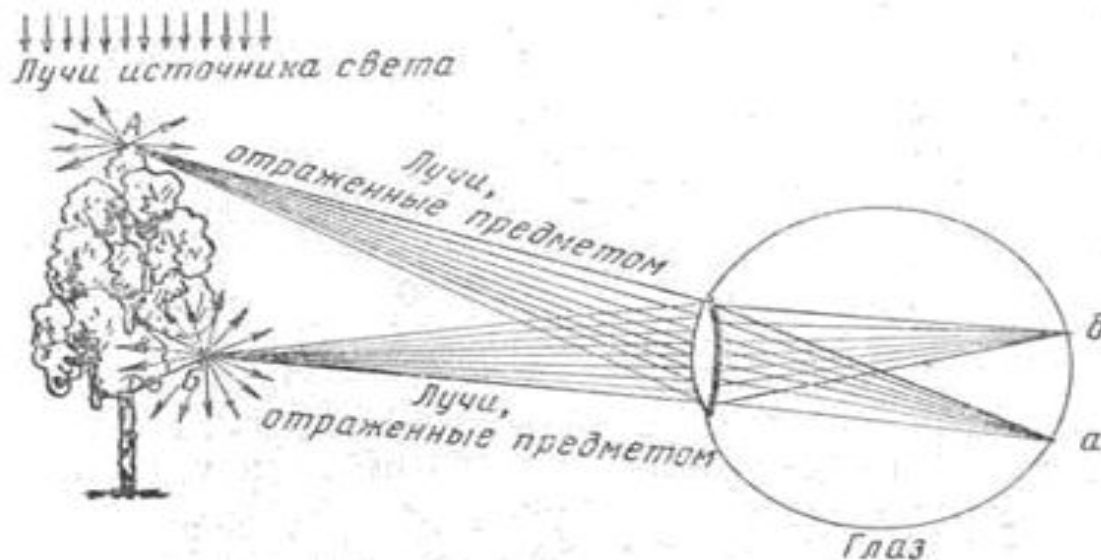


# Спектр восприятия цвета колбочками и палочками

Существует три типа колбочек: первые реагируют на красно-оранжевый цвет, вторые - на зеленый, а третьи - на сине-фиолетовый.



# Оптическая система глаза



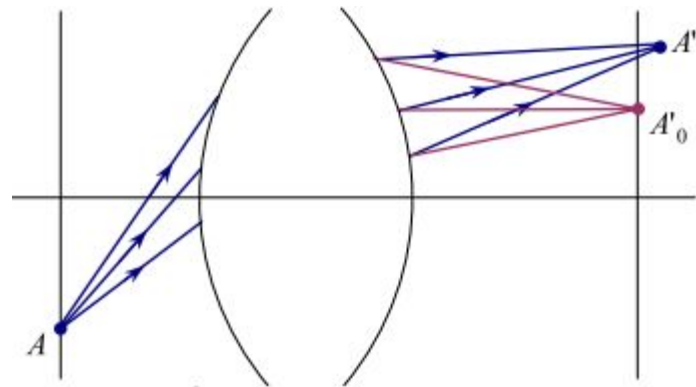
- Свет, преломляясь в оптической системе глаза, дает на сетчатке действительное, уменьшенное, обратное изображение рассматриваемого предмета.

# Определение остроты зрения

- Численное выражение способности глаза воспринимать раздельно две точки выражение способности глаза воспринимать раздельно две точки, расположенные друг от друга на определенном расстоянии.
- Условно принято считать, что глаз с нормальной остротой зрения способен увидеть раздельно две далёкие точки, если угловое расстояние между ними равно одной угловой минуте Условно принято считать, что глаз с нормальной остротой зрения способен увидеть раздельно две далёкие точки, если угловое расстояние

# Аберрации

В идеальной оптической системе все лучи, исходящие из т.А пересекаются в сопряженной с ней точке  $A'$

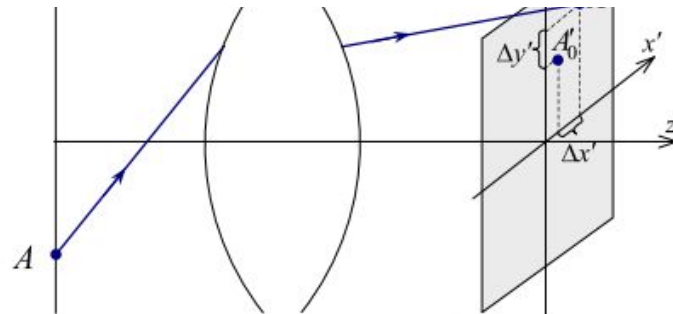


*Идеальное и реальное изображения точки.*

В реальной системе или нарушается гомоцентричность пучка и лучи не имеют общей точки пересечения, или гомоцентричность сохраняется, но лучи пересекаются в другой точке, не совпадающей с точкой идеального изображения. Это является следствием аберрации.

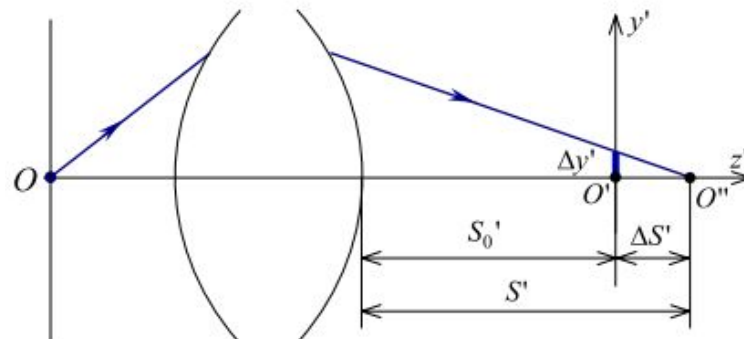
Основная задача расчета оптических систем- корректировка (уменьшение) аберраций.

**Поперечные aberrации**  $(\Delta x', \Delta y')$  – это отклонения координат точки  $A'$  пересечения реального луча с плоскостью изображения от координат точки  $A'_0$  идеального изображения в направлении, перпендикулярном оптической оси



*Поперечные aberrации.*

**Продольные aberrации** – это отклонения координаты точки  $O''$  пересечения реального луча с осью от координаты точки  $O'$  идеального изображения вдоль оси  $\Delta S' = S' - S'_0$



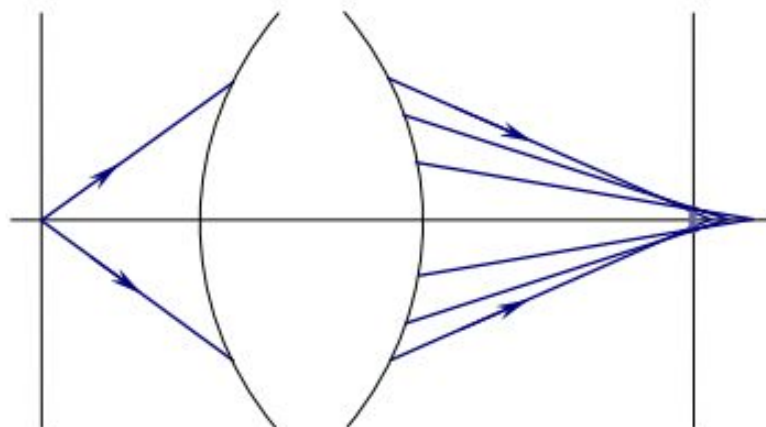
*Продольные aberrации осевого пучка для изображения*

Аберрации делятся на **монохроматические** и **хроматические**. Монохроматические аберрации оптической системы наблюдаются при монохроматическом излучении (на одной длине волны  $\lambda$ ).

Монохроматические аберрации делятся на несколько типов:

- сферическая,
- кома,
- астигматизм и кривизна изображения,
- дисторсия.

Сферическая аберрация приводит к тому, что лучи, выходящие из осевой точки предмета, не пересекаются в одной точке, образуя на плоскости идеального изображения кружок рассеяния. Для коррекции аберрации используют асферические поверхности и /или материалы с экстремальными значениями показателя преломления и числа Аббе, позволяющими компенсировать аберрации.



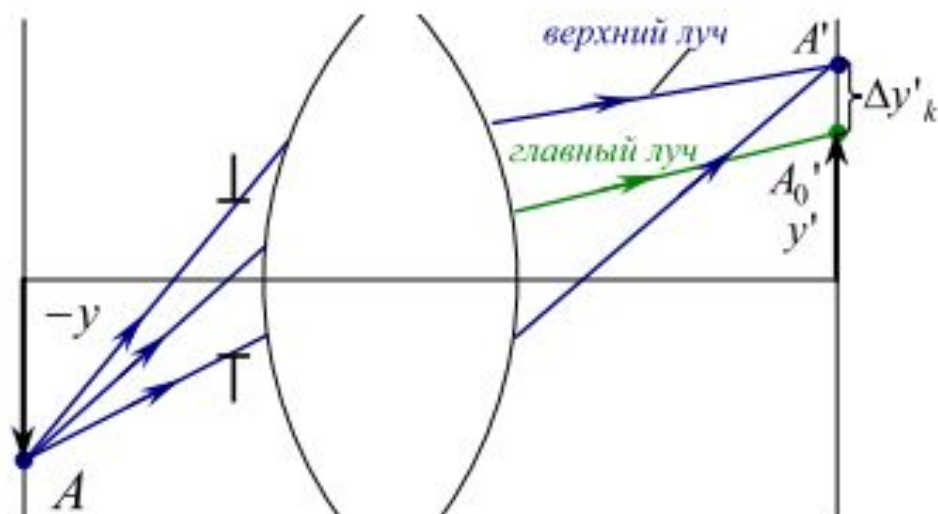
*Сферическая аберрация.*



## Кома

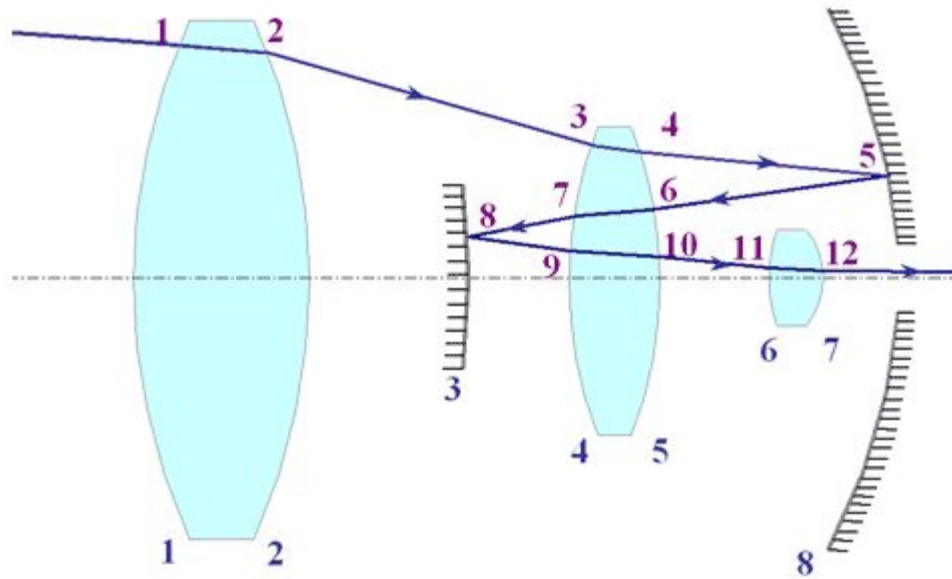
*От греческого: кома – хвост, пучок волос.*

Кома появляется при смещениях точки предмета с оси. Кома добавляется к другим aberrациям (например, к сферической),



*Структура пучка лучей при наличии комы.*

В первом приближении кома прямо пропорциональна смещению предмета с оси. Если смещение равно нулю, то и кома равна нулю. Таким образом, поперечная aberrация при наличии комы прямо пропорциональна величине предмета:



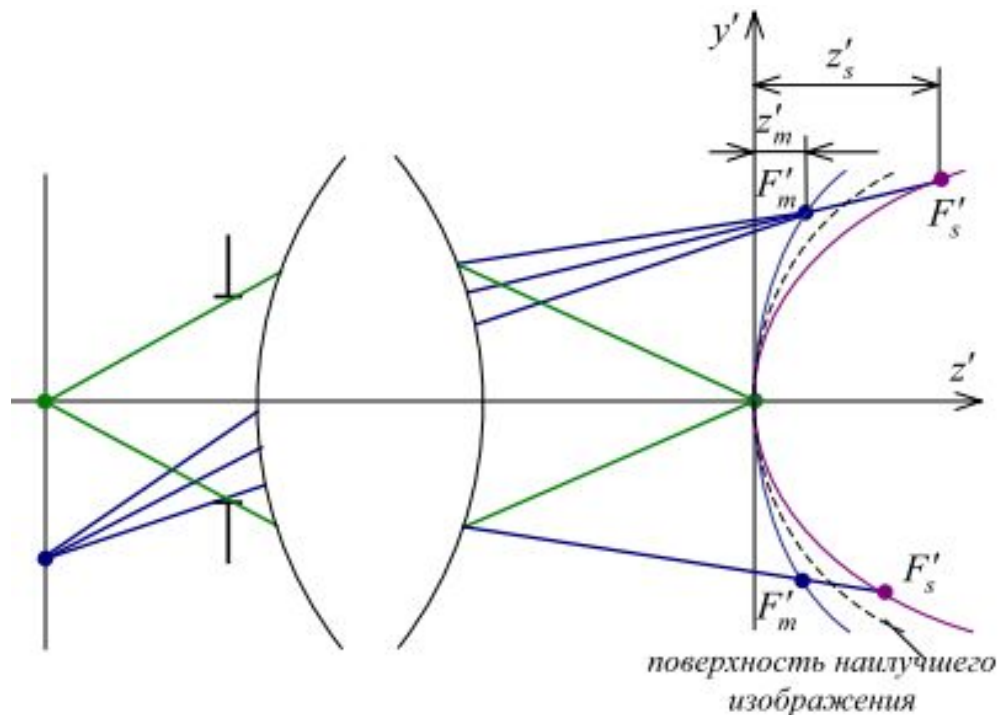
**Меридиональная плоскость** – это плоскость, проходящая через оптическую ось (например плоскость рисунка)

**Сагиттальная плоскость** – это плоскость, которая содержит луч, перпендикулярный меридиональной плоскости и не проходит через ось (может быть ломаной и рассматривается по частям). Ее название произошло от слова “сагитта” (лат.) – стрела. Примером такой плоскости может служить воображаемая ломаная плоскость, содержащая луч на рис и перпендикулярная плоскости этого рисунка.



## Астигматизм и кривизна изображения

Астигматизм появляется при значительном смещении точки предмета с оси и добавляется ко всем остальным aberrациям. Сместим предмет с оси на значительное расстояние. **Астигматизм** состоит в том, что не совпадают точки фокусов в меридиональной  $F'_m$  и сагиттальной  $F'_s$  плоскостях, поэтому лучи бесконечно узкого пучка не сходятся в одной точке. **Кривизна поля** заключается в том, что наилучшее изображение получается на искривленной поверхности, а не на плоскости.

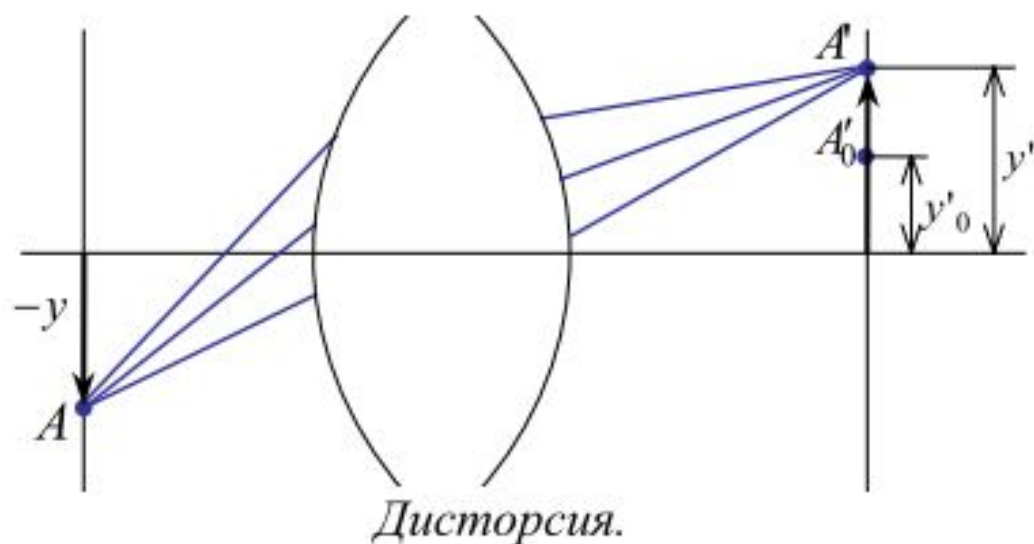


*Астигматизм и кривизна изображения.*

## Дисторсия

*Название происходит от латинского “искажение”.*

Если кроме дисторсии других aberrаций нет, то точка изображается в виде точки (гомоцентрический пучок остается гомоцентрическим), но эта точка смещена от идеальной (рис.8.2.16).

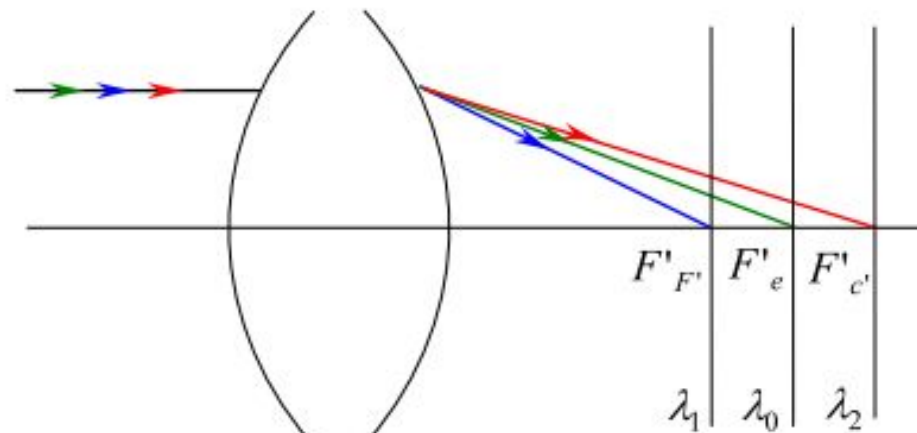


**Хроматические aberrации** – это проявление зависимости характеристик оптической системы от длины волны света (*хромо – цвет*). Хроматические aberrации приводят к тому, что в изображениях неокрашенных предметов появляется окрашенность. Хроматические aberrации появляются из-за того, что оптические системы изготовлены из оптических стекол с показателями преломления, зависящими от длины волны  $n = n(\lambda)$  (дисперсии показателя преломления).

Существуют два основных вида хроматизма:

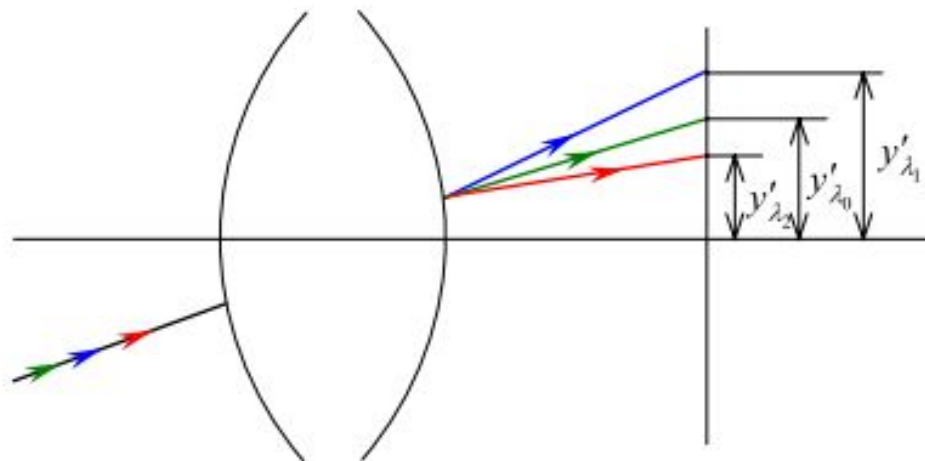
- хроматизм положения,
- хроматизм увеличения.

**Хроматизм положения** – это aberrация, при которой изображения одной точки предмета расположены на разном расстоянии от оптической системы для разных длин волн (разные положения плоскости изображения). В этом случае фокусы также расположены на разных расстояниях



*Хроматизм положения.*

**Хроматизм увеличения** – это aberrация, при которой увеличение оптической системы зависит от длины волны. Вследствие этого вместо изображения точки образуется цветная полоска.



*Хроматизм увеличения.*