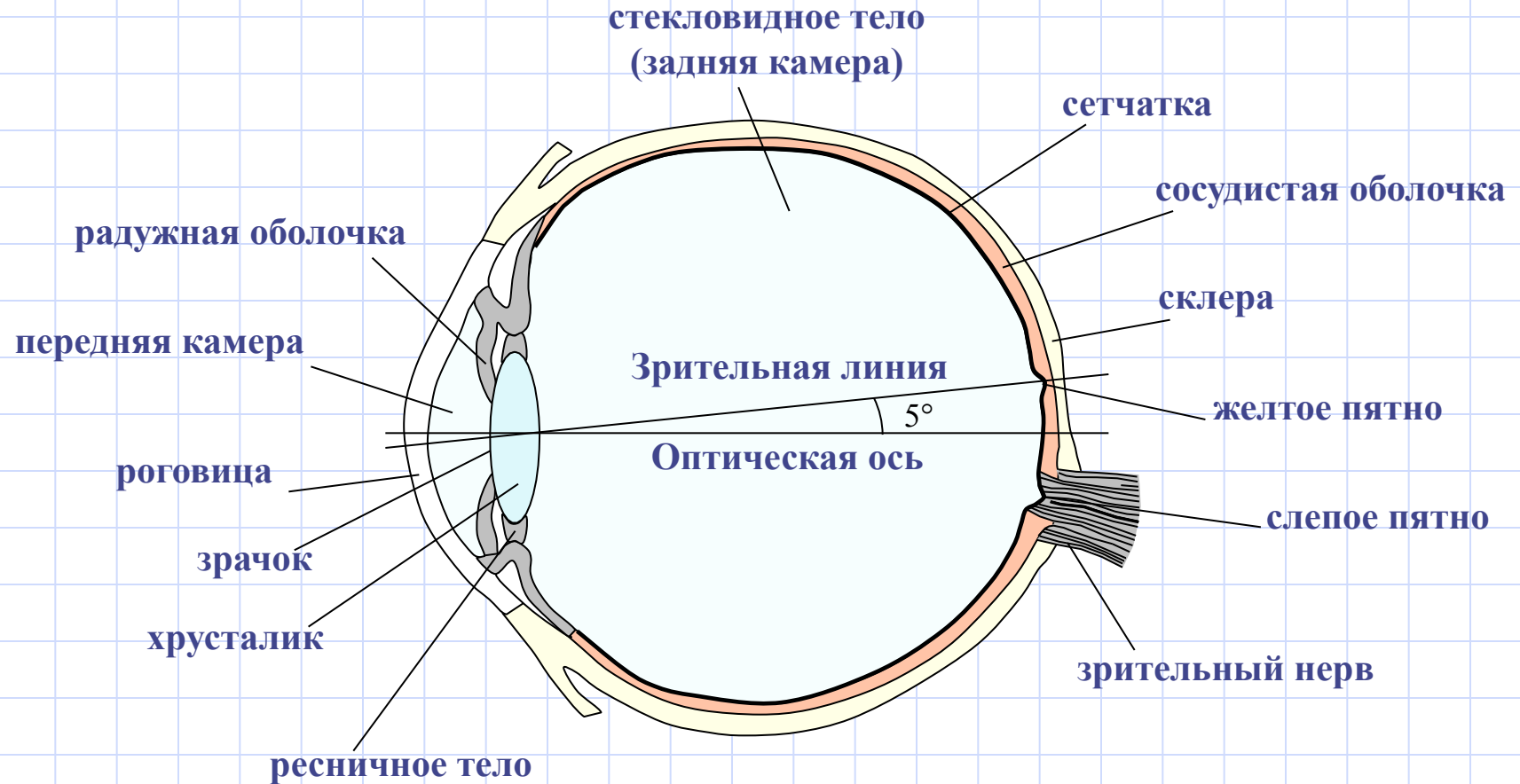


# Анатомия глаза и зрение

Введение в специальность

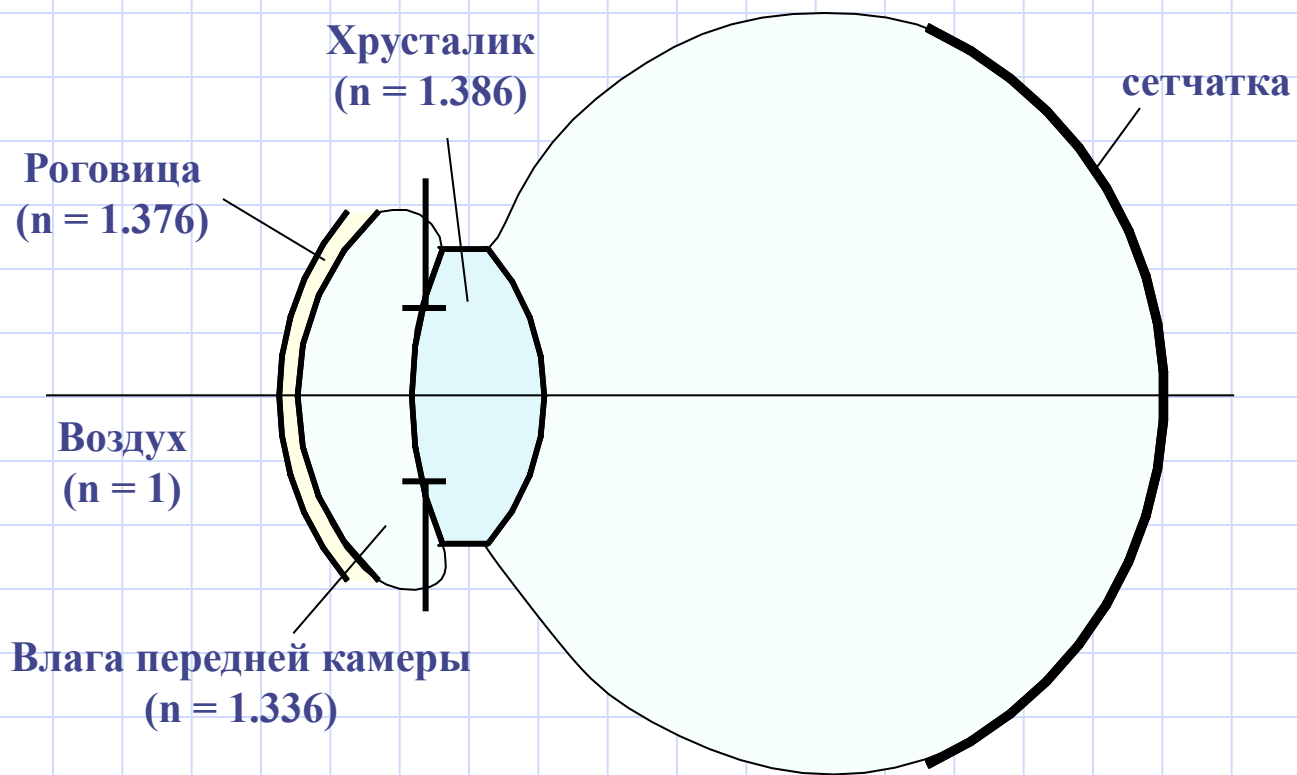
кафедра  
прикладной и компьютерной оптики

# Строение глаза



Диаметр глазного яблока 22-24 мм, масса 7-8 г.

# Упрощенная оптическая схема глаза



# Данные «схематического глаза»

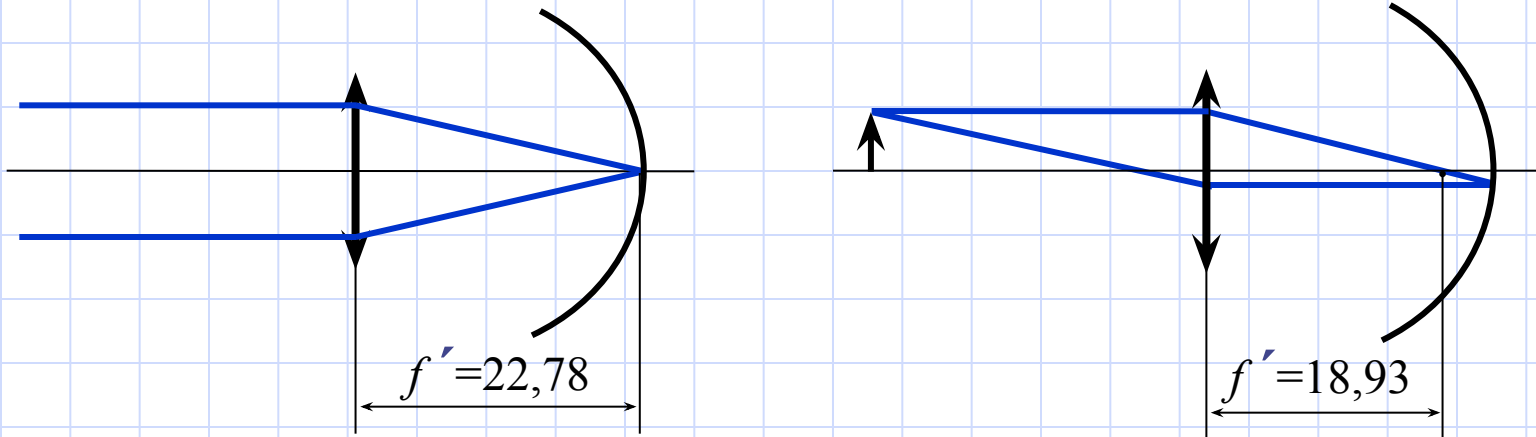
№ пов- ти	В состоянии покоя			В состоянии наибольшей аккомодации		
	радиус кривизны	осевое расстояни е	показатель преломлени я	радиус кривизны	осевое расстояние	показатель преломления
1	7,7	0,5	1,376	7,7	0,5	1,376
2	6,8	3,1	1,336	6,8	2,7	1,336
3	10,0	3,6	1,386	5,33	4,0	1,386
4	-6,0	15	1,336	-5,33	15	1,336
	Оптическая сила $\Phi = 58$ дптр			Оптическая сила $\Phi = 70$ дптр		

- Оптическая сила глаза:  $\Phi = \frac{1}{f'}$ , [дптр]

• где  $f'$  – заднее фокусное расстояние глаза, выраженное в метрах

# Аккомодация

- **Аккомодация** – это способность глаза приспособляться к четкому различению предметов, расположенных на разных расстояниях от глаза



# Аккомодация

- Положение предмета, при котором создается резкое изображение на сетчатке для ненапряженного глаза, называют **дальней точкой глаза**
- Положение предмета, при котором создается резкое изображение на сетчатке при наибольшем возможном напряжении глаза, называют **ближней точкой глаза**

# Аккомодация

- Разность обратных величин расстояний между ближней и дальней точкой называют **диапазоном аккомодации глаза** (измеряется в дптр)
- **Расстояние наилучшего зрения** – это расстояние, на котором нормальный глаз испытывает наименьшее напряжение при рассматривании деталей предмета

# Строение сетчатки

## • Палочки

- высота 30 мкм, толщина 2 мкм
- 130 миллионов палочек
- аппарат сумеречного зрения (больше чувствительность, но не различают цветов)
- родопсин

## • Колбочки

- высота 10 мкм, толщина 6-7 мкм
- 7 миллионов колбочек
- аппаратом дневного зрения (чувствительны к цветам, но менее чувствительны к свету)
- йодопсин



# Желтое пятно и центральная ямка

- Желтое пятно:
  - диаметр – около 1 мм
  - соответствующее поле зрения – 6-8°
- Центральная ямка:
  - диаметр – около 0.4 мм
  - соответствующее поле зрения – 1°

# Слепое пятно

- Слепое пятно:
  - диаметр – около 1,88 мм
  - соответствующее поле зрения –  $6^\circ$
- Опыт:
  - поднести рисунок к глазу на расстояние 10 см, закрыть левый глаз и смотреть на крестик правым глазом



# Спектральная чувствительность глаза

Видимая область спектра:  $\lambda = 380 - 780$  нм

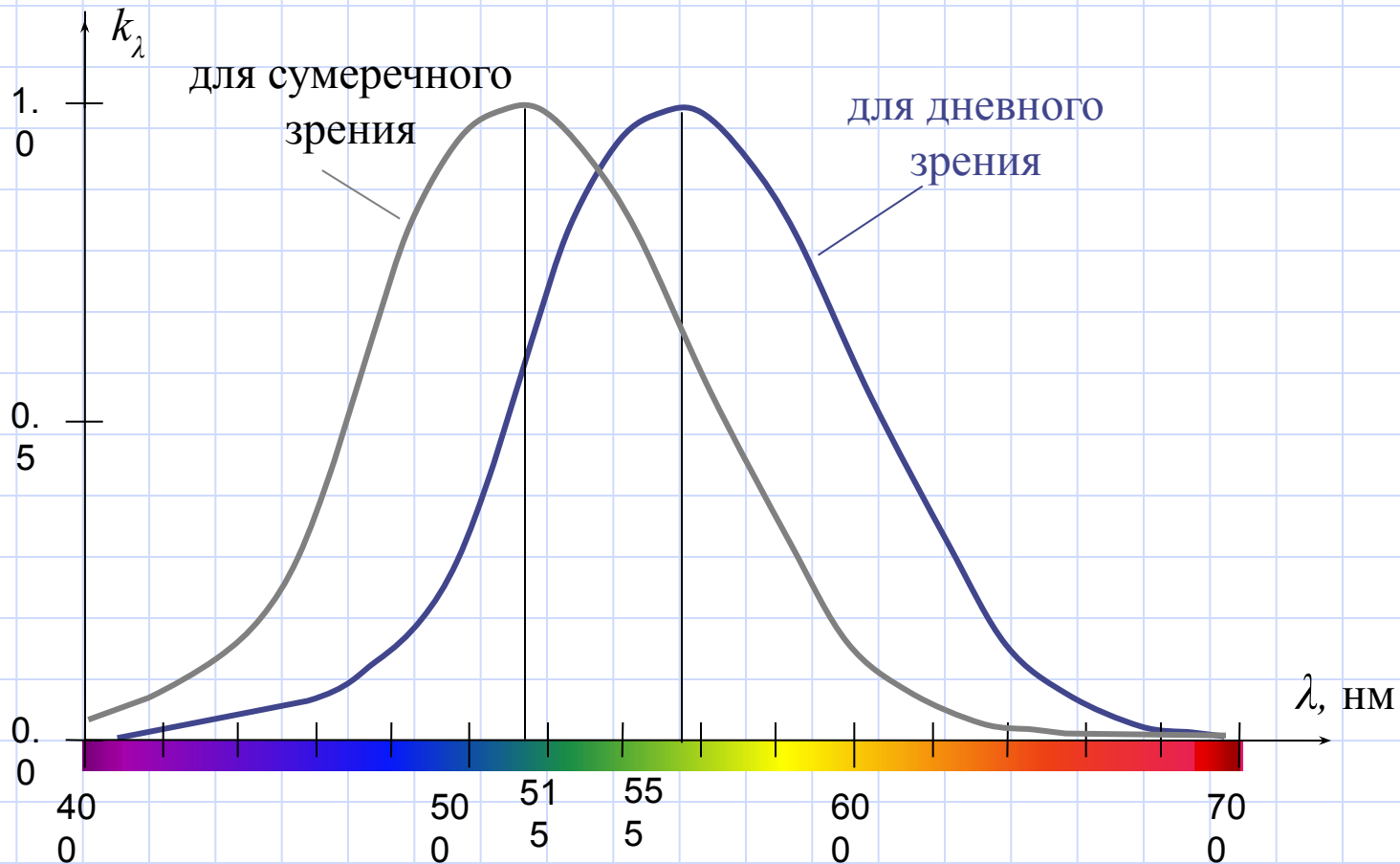
**Коэффициент относительной спектральной чувствительности:**

$$K_{\lambda} = \frac{V_{\lambda}}{V_{\lambda=555}}$$

где  $V_{\lambda}$  – абсолютная спектральная чувствительность излучения с длиной волны  $\lambda$ ;  $V_{\lambda=555}$  – абсолютная спектральная чувствительность для длины волны  $\lambda = 555$  нм

**Пример:** поток излучения оранжевых лучей ( $\lambda = 610$  нм) в 1 Вт создает световое ощущение такой же интенсивности, как поток зеленых лучей ( $\lambda = 555$ ) в 0,5 Вт:  $V_{\lambda=610} = 0.5$

# Кривая спектральной чувствительности глаза



эффект Пуркинье

# Цветовосприятие

- Три типа «колбочек», проявляющих наибольшую чувствительность к трем основным цветам видимого спектра (RGB):
  - красно-оранжевому (600 – 700 нм)
  - зеленому (500 – 600 нм)
  - синему (400 – 500 нм)

# Адаптация

- Приспособление глаза к изменившимся условиям освещенности называется **адаптацией**:
  - **темновая адаптация** – это процесс приспособления глаза при переходе от больших яркостей к малым (50-60 мин)
  - **световая адаптация** – это процесс приспособления глаза при переходе от малых яркостей к большим (8-10 мин)
- Адаптация обеспечивается тремя явлениями:
  - изменением диаметра отверстия зрачка
  - перемещением черного пигмента в слоях сетчатки
  - различной реакцией палочек и колбочек

# Характеристики глаза

- **Поле зрения глаза:**
  - **полное поле зрения:**  
125° по вертикали и 150° по горизонтали
  - **поле зрения в области желтого пятна:**  
6° по вертикали и 8° по горизонтали
  - **поле наиболее совершенного зрения (в центральной ямке):**  
1–1,5°
- **Предел разрешения глаза: около 1′**
  - **Угловой предел разрешения глаза** – это минимальный угол, при котором глаз наблюдает отдельно две светящиеся точки
- **Диаметр зрачка глаза: около 4–5 мм**

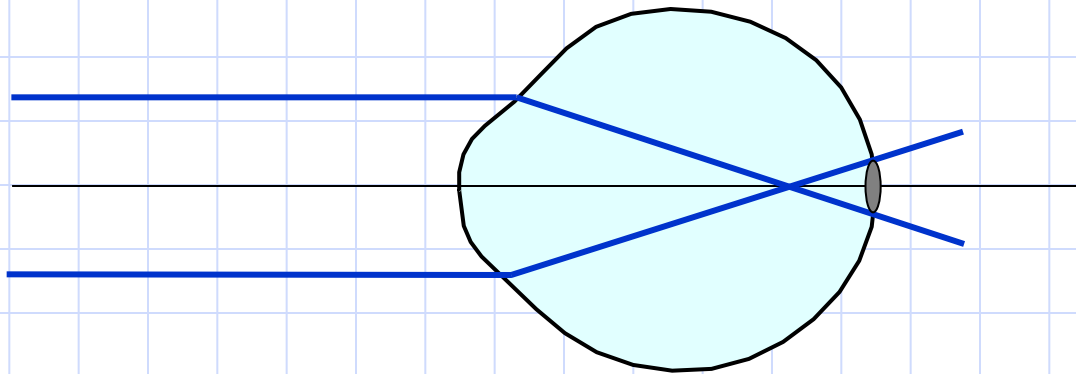
# Дефекты зрения

- **Нормальный (эмметропический) глаз** – дальняя точка глаза находится в бесконечности
- **Аметропия** – несовпадение дальней точки с бесконечно удаленной:
  - **миопия (близорукость)** – лучи от бесконечно удаленного точечного источника фокусируются перед сетчаткой
  - **гиперметропия (дальнозоркость)** – лучи от бесконечно удаленного точечного источника фокусируются за сетчаткой
  - **астигматизм** – преломляющая способность глаза различна в разных плоскостях, проходящих через его оптическую ось



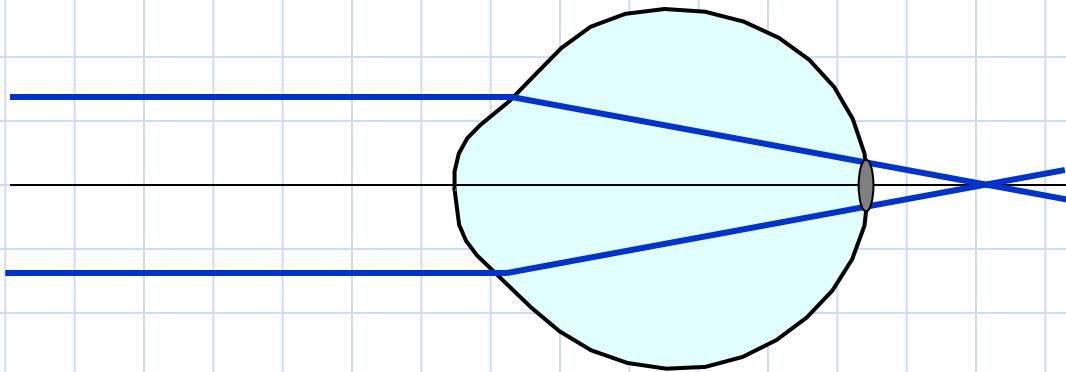
# Близорукость

- **Близорукость** – лучи от бесконечно удаленного точечного источника фокусируются перед сетчаткой



# Дальнозоркость

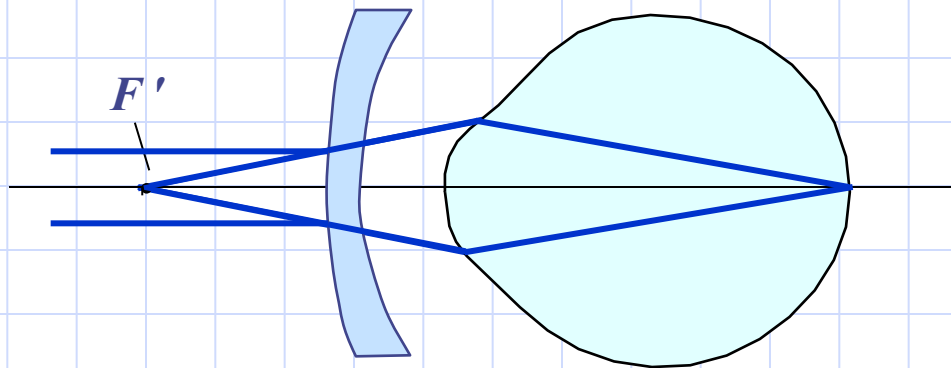
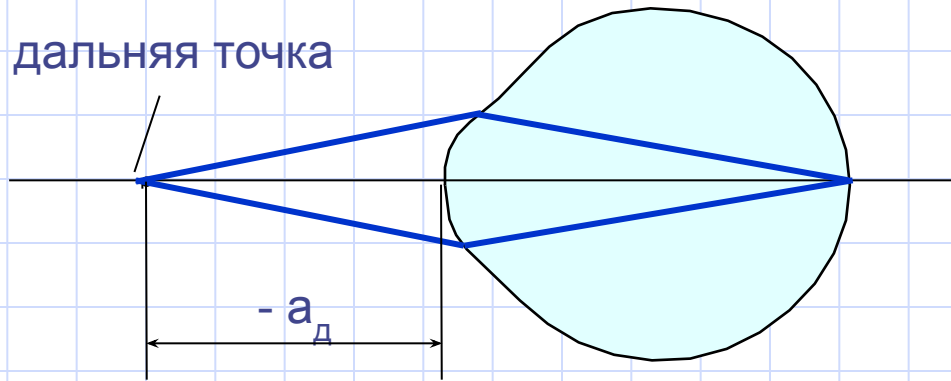
- **Дальнозоркость** – лучи от бесконечно удаленного точечного источника фокусируются за сетчаткой



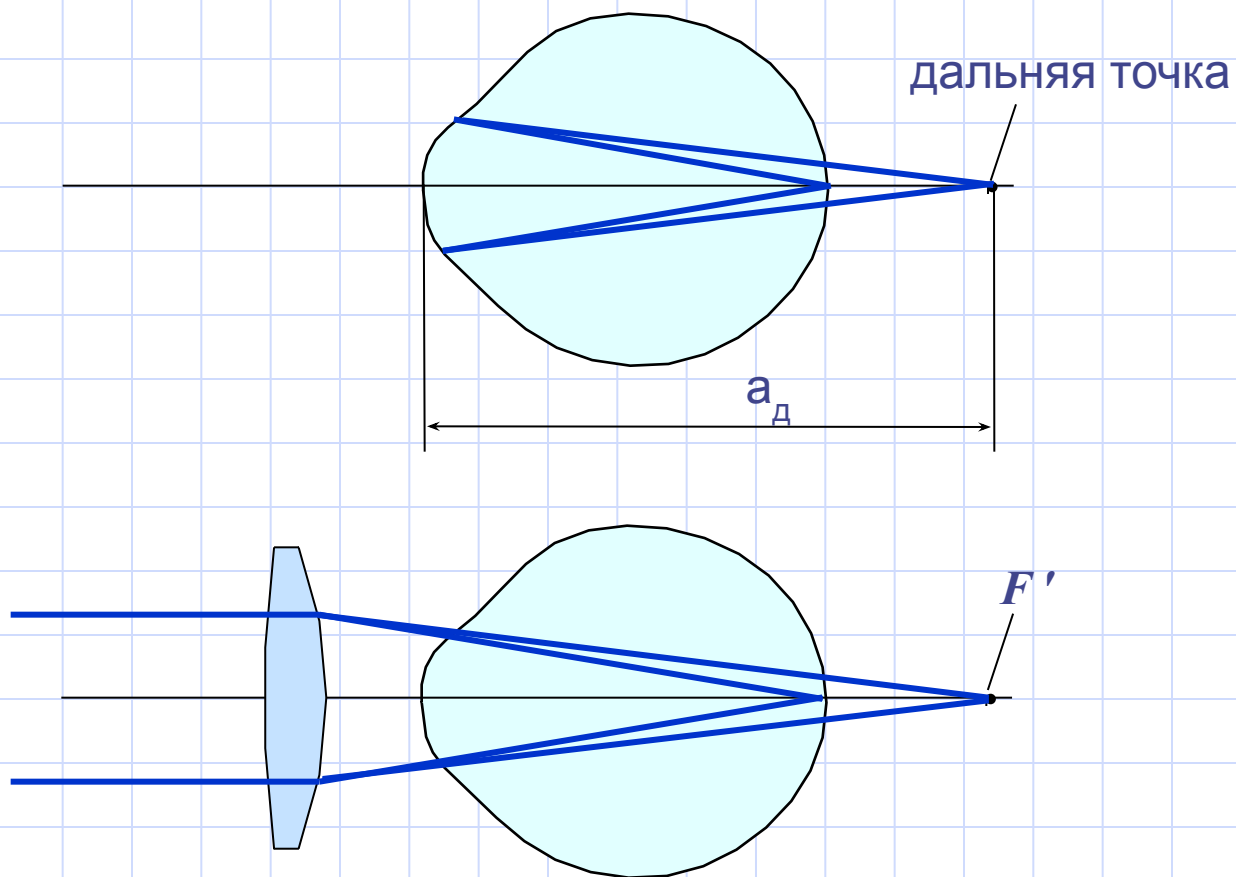
# Астигматизм

- **Астигматизм** – преломляющая способность глаза различна в разных плоскостях, проходящих через его оптическую ось

# Коррекция близорукости



# Коррекция дальности зрения



# Коррекция астигматизма

- Исправление астигматизма возможно при помощи цилиндрических линз

# Аметропия

**Аметропия глаза** выражается в диоптриях как величина, обратная расстоянию от первой поверхности глаза до дальней точки, выраженной в метрах:

$$A = \frac{1}{a_d} \quad [\text{дптр}]$$

**Например:** дальняя точка находится перед глазом на расстоянии 50 см (близорукость):

$$A = \frac{1}{-0.5} = -2 \text{ дптр}$$

# Аметропия

- Слабая степень аметропии – до 3 дптр
- Средняя степень аметропии – от 3 до 6 дптр
- Высокая степень аметропии – свыше 6 дптр



# Интернет-ресурсы

- <http://shop.webmarket.ru/lornet-m/>
  - сайт фирмы «Лорнет-М», производящей очки и контактные линзы. На сайте представлена информация о фирме и ее продукции, а также научно-популярные статьи об устройстве глаза и дефектах зрения, о современных способах коррекции зрения, о влиянии компьютера на зрение и о многом другом
- <http://vision.ochkam.net/>
  - сайт «Компьютер и зрение» создан Центром лазерной коррекции зрения «ТАРУС». Содержит материалы, посвященные вопросам влияния компьютеров на зрение, различным способам коррекции зрения, рекомендации по сохранению зрения из энциклопедий, методики расслабления глаз, способы безоперационного лечения близорукости и другим офтальмологическим проблемам