

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ** Краткого конспекта по ВИК № 3  
**Тема 3 – Оптические свойства зрения** (65 стр.)

(разделы учебника по ВИК

Клюев В.В., Соснин Ф.Р. Визуальный и измерительный контроль. М. РОНКТД, 1998.236 с.)

1. Глаз как оптическая система.
2. Оптика глаза.
3. Дефекты зрения.
4. Бинокулярное зрение.
5. Цветовосприятие или цветоощущение.
6. Пространственные характеристики зрения.
7. Временные характеристики зрения.
8. Особенности зрительного восприятия человека.
9. Практические характеристики зрения.

На страницах:

2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 16, 22, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57 и 61  
приведены контрольные тестовые вопросы, в порядке изложенного материала,  
которые часто используются при проверке знаний на общем экзамене  
при аттестации по ВИК на второй уровень квалификации.

**Тренируйте свою память!**

## 1. Глаз как оптическая система.

**Зрение (видение)** – является сложным динамическим нелинейным **процессом**, включающим сканирующие, конвергенционные (**фокусируемые**) и адапционные (**изменение диаметра зрачка**) движения глаз и обработку зрительной информации в центральной нервной системе. При этом самым важным органом в этом процессе является глаз человека.

**Глаз является природным оптическим прибором.**

Человек видит не глазами, а посредством глаз, откуда информация передается через зрительный нерв, хиазму, зрительные тракты в определенные области затылочных долей коры головного мозга, где формируется та картина внешнего мира, которую мы видим. Все эти органы и составляют наш **зрительный анализатор** или **зрительную систему**.

**Глаз можно назвать сложным оптическим прибором (как объектив фотоаппарата).** Его основная задача - "передать" правильное изображение зрительному нерву. Структуры глаза выполняют разные функции:

- **оптической системы, проецирующей изображение;**
- **системы, воспринимающей и "кодирующей" полученную информацию для головного мозга;**
- **"обслуживающей" системы жизнеобеспечения.**

1. Основная задача глаза человека:

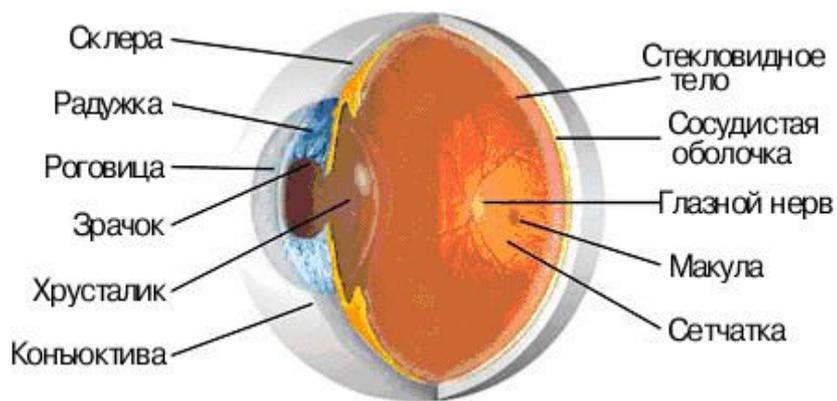
- а - обнаружить объект различения;
- б - распознать форму объекта различения;
- в - передать правильное изображение зрительному нерву;
- г - варианты: а, б, в.

2. Какие функции выполняют структуры глаза (**найти неправильный ответ**)?

- а - оптическая система, проецирующая изображение;
- б - система кодирующая полученную информацию для головного мозга;
- в - система жизнеобеспечения;
- г - нет неправильного ответа.

**Склера** - непрозрачная внешняя оболочка глазного яблока, имеющая белый цвет (поэтому она наз. **белком**), защищает внутренние части глаза от механических повреждений, переходящая в передней части глазного яблока в прозрачную роговицу. К склере крепятся 6 глазодвигательных мышц. В ней находится небольшое количество нервных окончаний и сосудов.

Под склерой находится **сосудистая оболочка**, состоящая из сети кровеносных сосудов, питающих глаз. Спереди сосудистая оболочка утолщается и переходит в **ресничное тело** и **радужную оболочку**, окрашенную у разных людей в различный цвет.



**Радужная оболочка** - по форме похожа на круг с отверстием внутри (зрачком).

Радужка состоит из мышц, при сокращении и расслаблении которых размеры зрачка меняются. **Она входит в сосудистую оболочку глаза.**

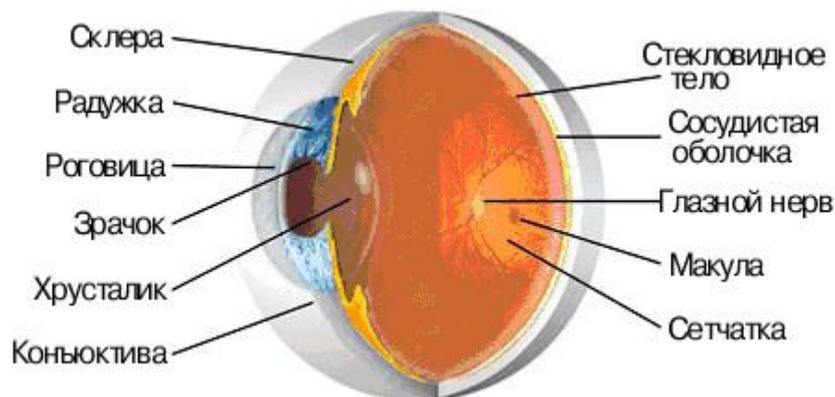
Радужка отвечает за цвет глаз (если он голубой - значит, в ней мало пигментных клеток, если карий - много).

**Выполняет ту же функцию, что диафрагма в фотоаппарате, регулируя светопоток.**

**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.

**Хрусталик** - "естественная линза" глаза, представляющий собой прозрачное упругое тело, **имеющее форму двояковыпуклой линзы**.

Кривизна поверхностей хрусталика под воздействием облегающей его со всех сторон мышцы может изменяться, и тем самым **изменяется оптическая сила глаза** и почти мгновенно "наводится фокус", за счет чего человек видит хорошо и вблизи, и вдали. Располагается в капсуле, удерживается ресничным пояском. Хрусталик, как и роговица, **входит в оптическую систему глаза**.



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

**5. Какие световые функции выполняет хрусталик?**

- а - двояковыпуклой линзы;
- б - преломляющего элемента;
- в - регулятора оптической силы глаза;
- г - варианты: а, б, в.

**Зрачок** - отверстие в радужке. Его размеры обычно зависят от уровня освещенности. Чем больше света, тем меньше зрачок. Диаметр зрачка изменяется рефлекторно;

**-при ярком освещении диаметр зрачка равен 2 мм, а при слабом освещении он увеличивается до 8 мм.**

**7. Как изменяется диаметр зрачка?**

- а - при слабом освещении диаметр зрачка увеличивается до 10 мм;
- б - при ярком освещении диаметр зрачка уменьшается до 2 мм;
- в - диаметр зрачка может рефлекторно изменяться в 5 раз;
- г - варианты: а и б.

**Сетчатка** - покрывает всё дно глаза и состоит из десяти слоев разветвлений зрительного нерва. В ней расположены светочувствительные клетки, имеющие вид **палочек и колбочек**. Они позволяют различать белую поверхность от чёрной при освещённости  $10^{-6}$  лк, но **палочки не различают цветов**. Длина палочки - около 0,06 мм, колбочки - 0,035 мм. **Размер колбочки в 1,7 раз меньше.**

Число палочек в ретине около 130 млн., колбочек - 7 млн. Палочки и колбочки распределены неравномерно. В этих клетках, вырабатывающих фермент родопсин, происходит преобразование энергии света (фотонов) в электрическую энергию нервной ткани, т.е. фотохимическая реакция.

**б. Какие функции выполняют светочувствительные клетки сетчатки, имеющие вид колбочек?**

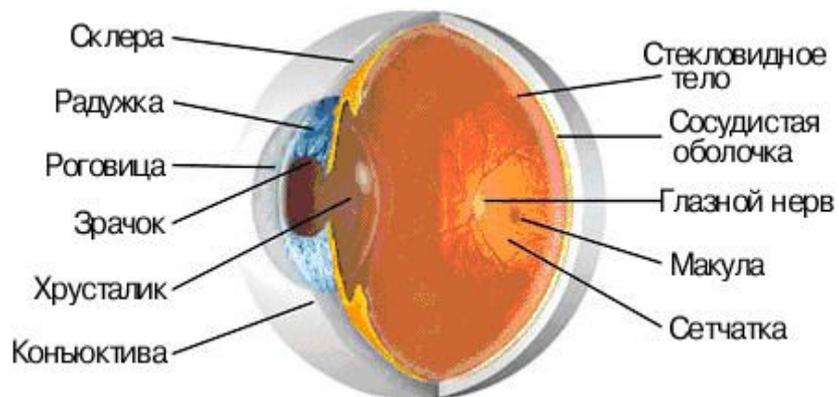
**а - фотохимической реакции;**

**б - различение белой поверхности от чёрной;**

**в - различение цвета поверхности;**

**г - варианты: а, б, в.**

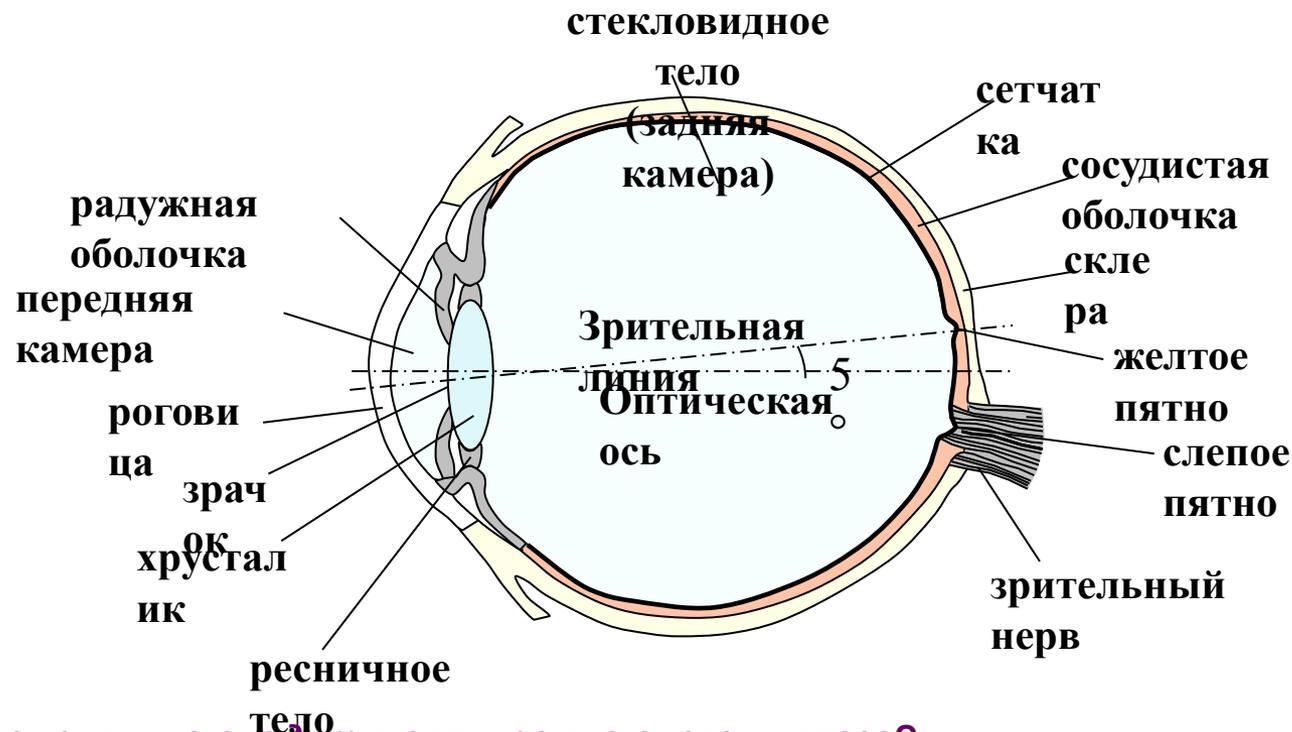
**Сосудистая оболочка** - выстилает задний отдел склеры, к ней прилегает сетчатка, с которой она тесно связана. Сосудистая оболочка ответственна за кровоснабжение внутриглазных структур. При заболеваниях сетчатки очень часто вовлекается в патологический процесс. В сосудистой оболочке нет нервных окончаний, поэтому при ее заболевании не возникают боли, обычно сигнализирующие о каких-либо неполадках.



**Зрительный нерв** - при помощи зрительного нерва сигналы от нервных окончаний передаются в головной мозг.

**Оптическая система глаза** — это **оптический аппарат глаза**, в который входят живые линзы (**хрусталик и роговица**, между которыми находится диафрагма), **стекловидное тело** и **водянистая влага**. К ней также относят и **слезную жидкость**, обеспечивающую прозрачность роговой оболочки.

Основные преломляющие поверхности данной системы – это обе поверхности хрусталика и передняя поверхность роговицы.



4. Какие элементы *не входят* в оптическую систему глаза?

а – склера;

б – роговица;

в - стекловидное тело;

г - не ответа на вопрос.

Место вхождения зрительного нерва в глазное яблоко называется соском зрительного нерва. В этом месте нет ни палочек, ни колбочек, поэтому проекция его в поле зрения называется **слепым пятном**.

Снаружи от соска зрительного нерва находится **желтое пятно**, заполненное преимущественно колбочками. В середине желтого пятна имеется углубление - **центральная ямка - диаметром около 0,5 мм**, соответствующее пространственному **углу обзора около 1°**, в котором находятся только колбочки.

Центр его не совпадает со следом оптической оси на сетчатке, т.е. с точкой заднего фокуса. Вследствие этого **зрительная ось (линия, по которой происходит наблюдение рассматриваемого предмета) не совпадает с оптической осью**, а составляет с ней угол ( $\alpha$ ) - приблизительно равный **5°**.

8. Разрешающая способность зрения по мере удаления от желтого пятна глаза:

а - снижается;

б - увеличивается;

в - не изменяется;

г - зависит от освещённости.

9. Зрительная ось глаза - линия, по которой происходит наблюдение рассматриваемого предмета, составляет с оптической осью угол:

а - приблизительно равный 2°;

б - приблизительно равный 3°;

в - приблизительно равный 5°;

г - оси совпадают на расстоянии 250 мм.

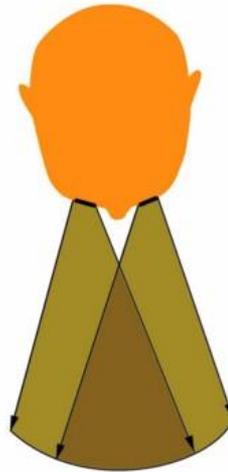
- Наличие двух глаз позволяет сделать наше зрение **стереоскопичным** (то есть формировать трехмерное изображение).

Правая сторона сетчатки каждого глаза передает через зрительный нерв "правую часть" изображения в правую сторону головного мозга, аналогично действует левая сторона сетчатки. Затем две части изображения - правую и левую - **головной мозг соединяет воедино**.

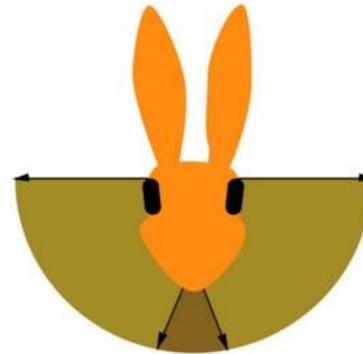
- Так как каждый глаз воспринимает "свою" картинку, при нарушении совместного движения правого и левого глаза может быть расстроено **бинокулярное зрение**. Попросту говоря, у вас начнет двоиться в глазах или вы будете одновременно видеть две совсем разные картинки.



муха: 380°



человек: 56°



заяц: 180°

3. За счет чего получается стереоскопическое зрение у человека ?

- а - за счет передачи изображения через правый глаз на сетчатку;
- б - за счет передачи изображения через левый глаз на сетчатку;
- в - за счет соединения двух изображений в головном мозге;
- г - варианты: а, б, в.

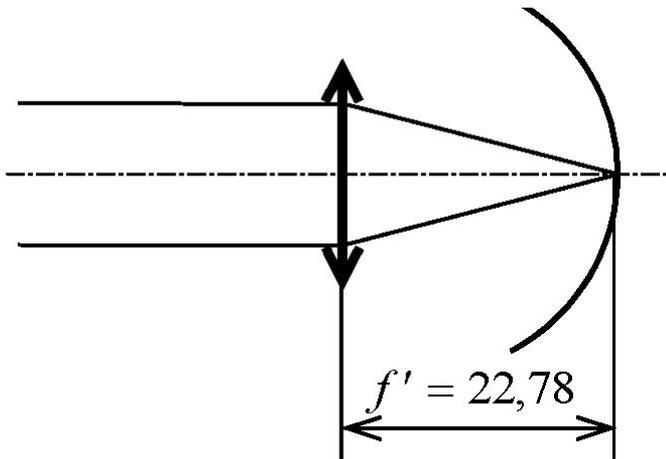
## 2. Оптика глаза.

### Аккомодация

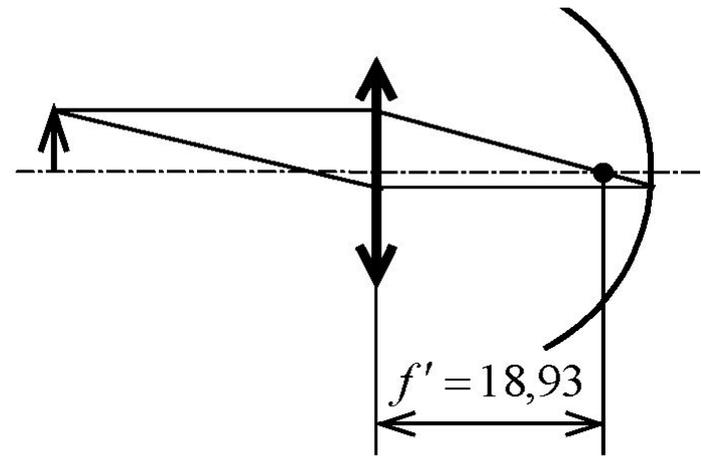
**Аккомодация** – это способность глаза приспосабливаться к четкому различению предметов, расположенных на разных расстояниях от глаза.

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**.



а) дальняя точка



б) ближняя точка

10. Аккомодация — это способность глаза изменять:

- а - световую чувствительность глаза;
- б - порог контрастной чувствительности глаза;
- в - разрешающую способность глаза;
- г - кривизну поверхности хрусталика глаза.

## Аккомодация - термины

- **Расстояние наилучшего зрения** – это расстояние, на котором нормальный глаз испытывает наименьшее напряжение при рассматривании деталей предмета.

С возрастом наименьшее расстояние, на котором нормальный глаз может отчетливо видеть предметы, меняется от 10 см (возраст до 20 лет) до 22 см (возраст около 40 лет). В более пожилом возрасте способность глаза к аккомодации ещё уменьшается: наименьшее расстояние доходит до 30 см и более т.е. появляется возрастная дальнозоркость.

Разность обратных величин расстояний между ближней и дальней точкой называют **диапазоном аккомодации глаза** (измеряется в дптр).

Возраст, годы	Аккомодация, D	Возраст, годы	Аккомодация, D
5	17	30	8
7	16	35	6
10	15	40	5
15	12	45	4
20	11	50	2
25	9	60	1

11. Разность обратных величин расстояний между ближней и дальней точкой глаза называют:

а - конвергенцией;

б - диапазоном аккомодации глаза;

в - расстоянием наилучшего зрения;

г - пресбиопией.

12. Диапазоном аккомодации глаза с увеличением возраста человека изменяется:

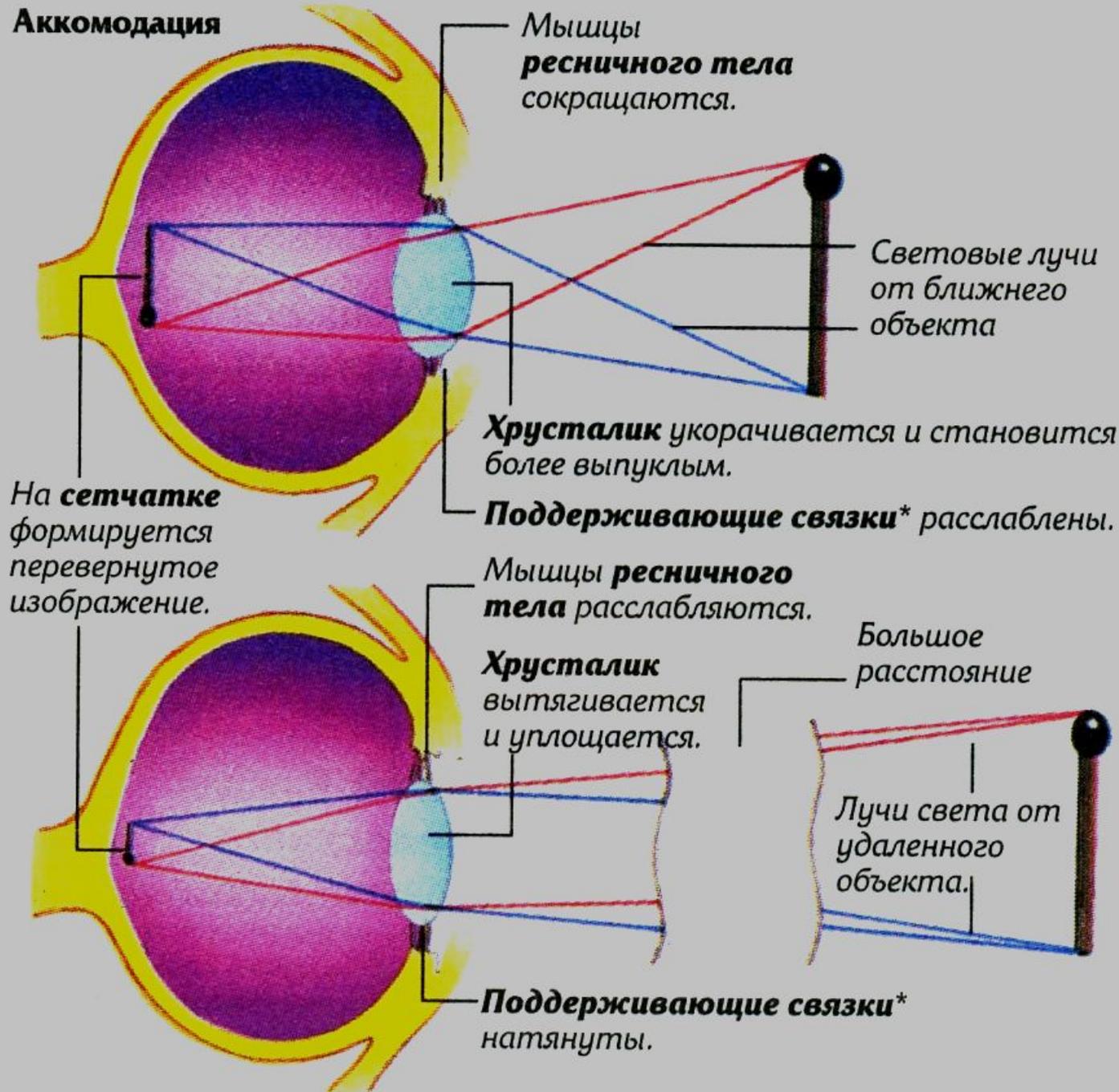
а - от 17 до 1 дптр;

б - от 1 до 17 дптр;

в - от 2 до 15 дптр;

г - от 15 до 2 дптр.

# Аккомодация



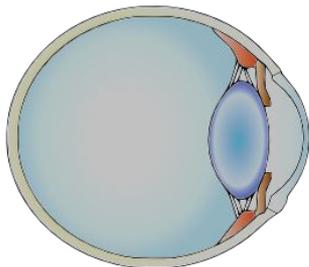
Глаз - **в состоянии покоя аккомодации**. При этом глаз настроен на далекий объект: аккомодационная мышца расслаблена, цинновы связки растягивают капсулу хрусталика, который уплощен. Учитывая, что объект, на который настроен глаз, находится далеко, лучи попадающие в глаз от него идут практически параллельным пучком, преломляясь в хрусталике, и фокусируются точно на сетчатке.

При переводе взгляда на близкий предмет, лучи, попадающие в глаз, не в состоянии преломиться прежним хрусталиком и сфокусироваться на сетчатке. Это состояние именуется оптическим "стрессом" или **оптическим дисбалансом**. В доли секунды глаз становится дальнорезким. Фокус будет мнимым, т.е. виртуальным и находится будет где-то за глазом. А на сетчатке, где должен был бы быть истинный фокус в этом случае будет размытое изображение. Именно **это размытое изображение** послужит сигналом к возбуждению центра управления аккомодацией, откуда мгновенно поступит сигнал к аккомодационной мышце глаза - состояние напряжения аккомодации.

Мышца сократится, внутренний диаметр цилиарного мышечного кольца уменьшится, цинновы связки ослабнут и хрусталик примет более выпуклую форму, увеличив свою преломляющую силу, мнимый фокус при этом возвратится на сетчатку с четким изображением.

Благодаря этому удивительному механизму **глаз способен рассматривать мелкие предметы вблизи и за доли секунды сконцентрировать взгляд на далекой звезде**.

### Нормальное зрение

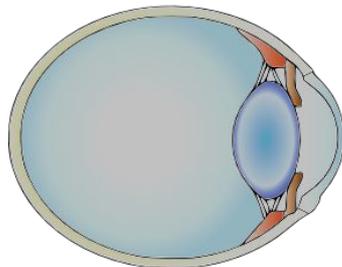


## До 45 лет

Диапазон аккомодации



### Близорукость



Диапазон аккомодации



Маленькое расстояние

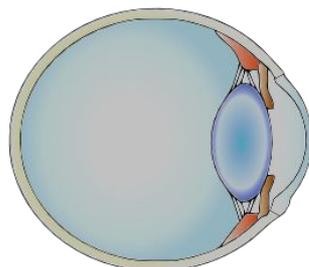


Среднее расстояние



Большое расстояние

### Пресбиопия

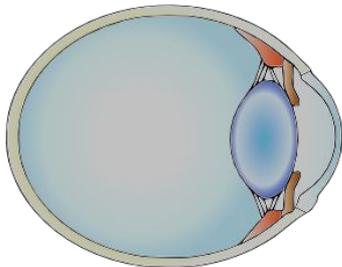


## После 45 лет

Диапазон аккомодации



### Пресбиопия + близорукость



Диапазон аккомодации



Маленькое расстояние



Среднее расстояние



Большое расстояние

При длительной работе глаза на близком расстоянии - чтение, письмо, компьютер и т.д. постоянно напряжены аккомодационные мышцы, а это требует такого же длительного напряжения и расхода энергии всего тела.

А поскольку энергетические возможности человека не бесконечны, закономерно появление усталости глаз - это называется **аккомодативная астинопия**.

С аккомодацией тесно связано такое понятие как **конвергенция** - сведение зрительных осей при направлении взгляда на близко расположенные предметы как бы в одну точку.

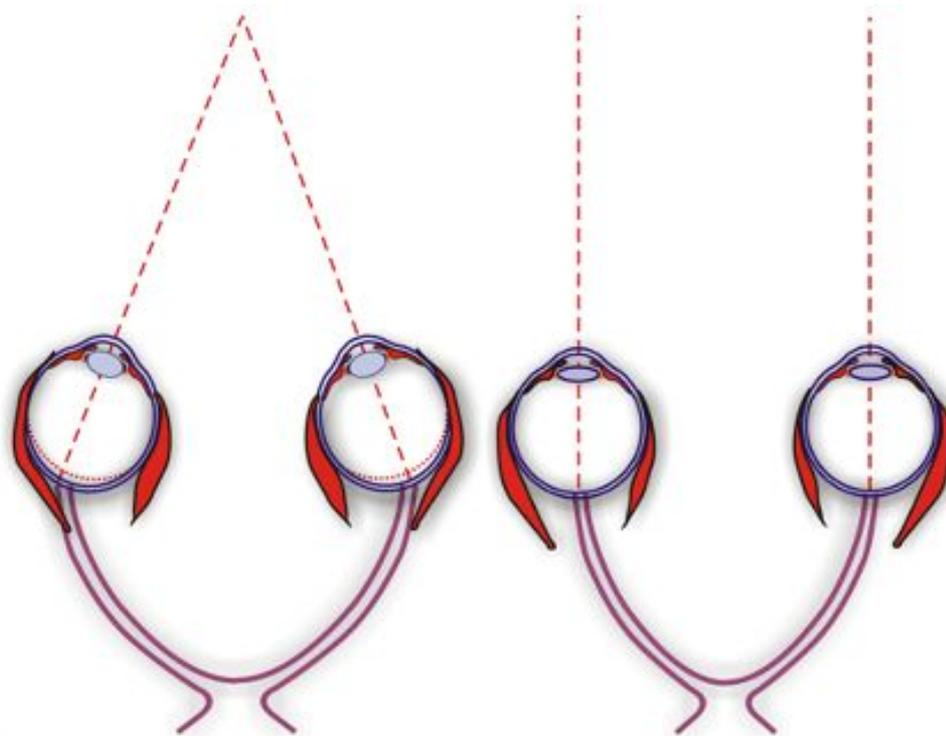


Рисунок 4.1, 4.2 Схема конвергенции

Глазное яблоко обладает подвижностью, подобно шаровому шарниру, благодаря действию шести мышц: внутренней, наружной, верхней и нижней прямых и верхней и нижней косых. Именно совместные координированные движения обоих глаз и особенно сведение зрительных осей с большой нагрузкой на внутренние прямые мышцы, при направлении взора на ближний объект обуславливают четкое ясное бинокулярное зрение (зрение обоими глазами).

При длительном же рассматривании близких объектов и сведении зрительных осей, за счет длительного сокращения и напряжения внутренних прямых мышц, наступает **зрительное утомление** - **мышечная астенопия**.

Особенности экранного изображения мониторов затрудняют аккомодацию глаза.

**Светимость создает иллюзию удаленности,**  
**низкий контраст обуславливает снижение аккомодационного ответа,**  
**точечность изображения вызывает увеличение амплитуды нормальных колебаний аккомодации,**  
**мелькание уменьшает точность восприятия,**  
**а размытость границ заставляет непрерывно искать точку ясного видения.**

### 3. Дефекты зрения

Существуют следующие понятия:

- **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

13. Нахождение дальней точка глаза в бесконечности характерно при...

а - миопии;

б - эмметропии;

в - гиперметропии;

г - нет ответа на вопрос.

14. Несовпадение дальней точки с бесконечно удаленной характерно при...

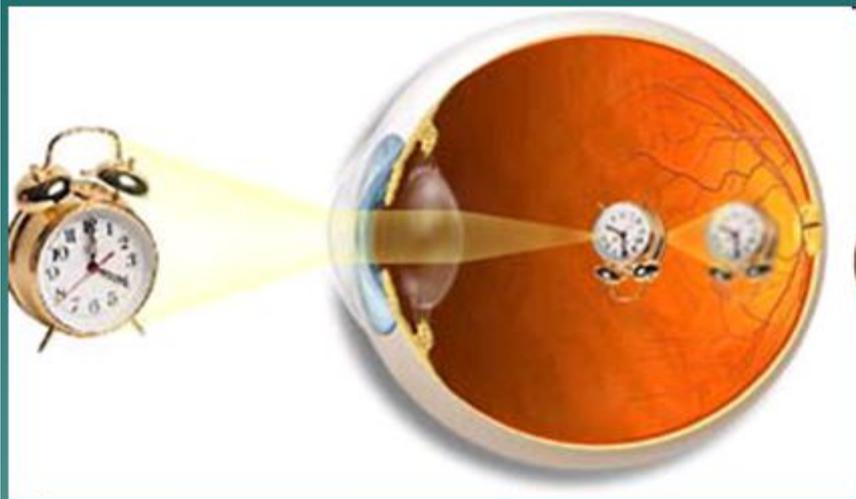
а - миопии;

б - аметропии;

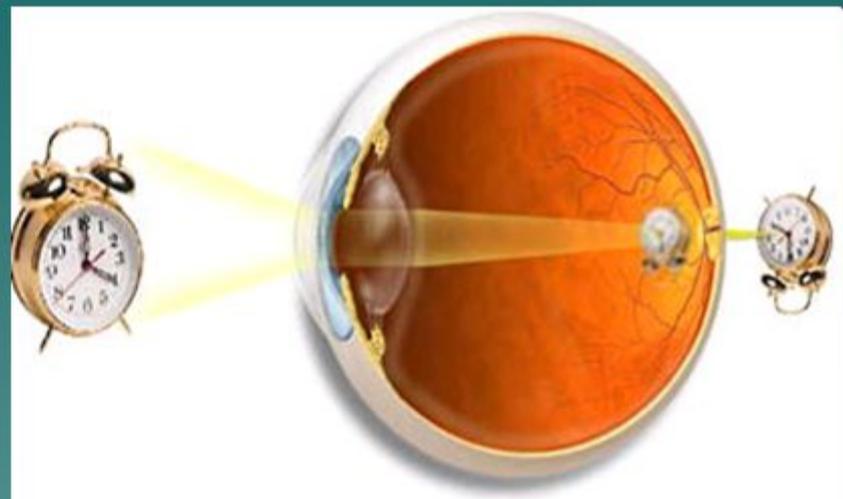
в - гиперметропии;

г - варианты: а, б, в.

# Нарушения аккомодации

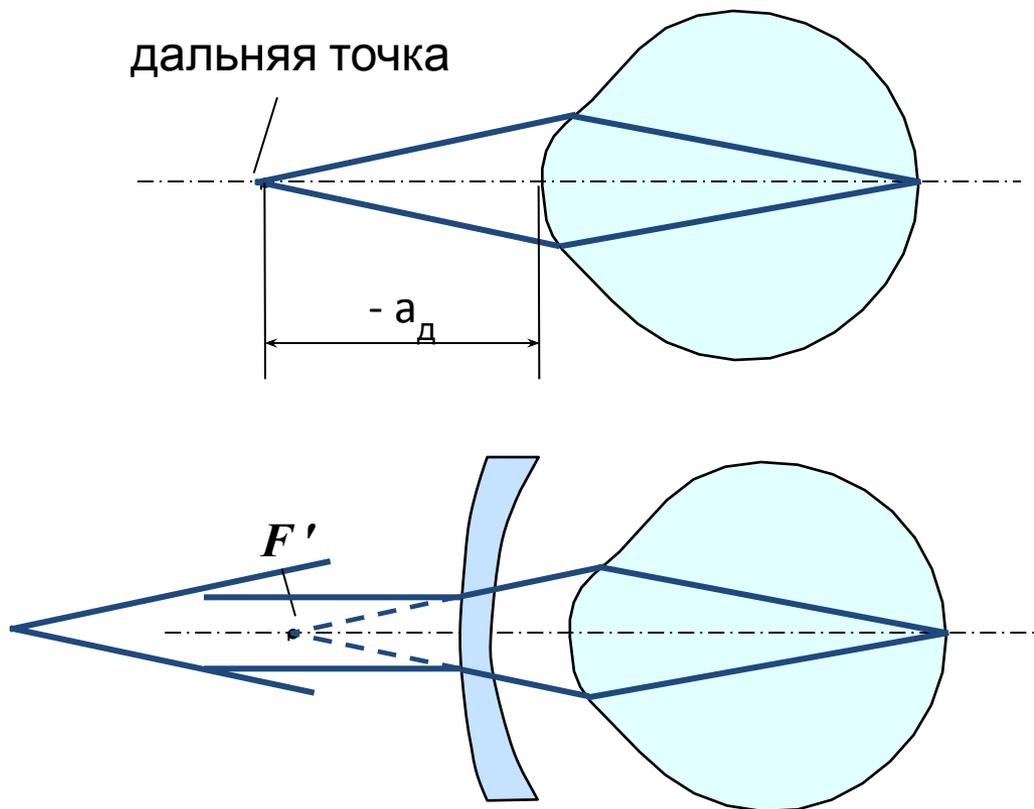


**Близорукость** или **миопия** — это дефект зрения, при котором изображение падает не на сетчатку глаза, а перед ней из-за того, что преломляющая система глаза обладает увеличенной оптической силой и слишком сильно фокусирует (относительно данного переднезаднего размера глазного яблока).

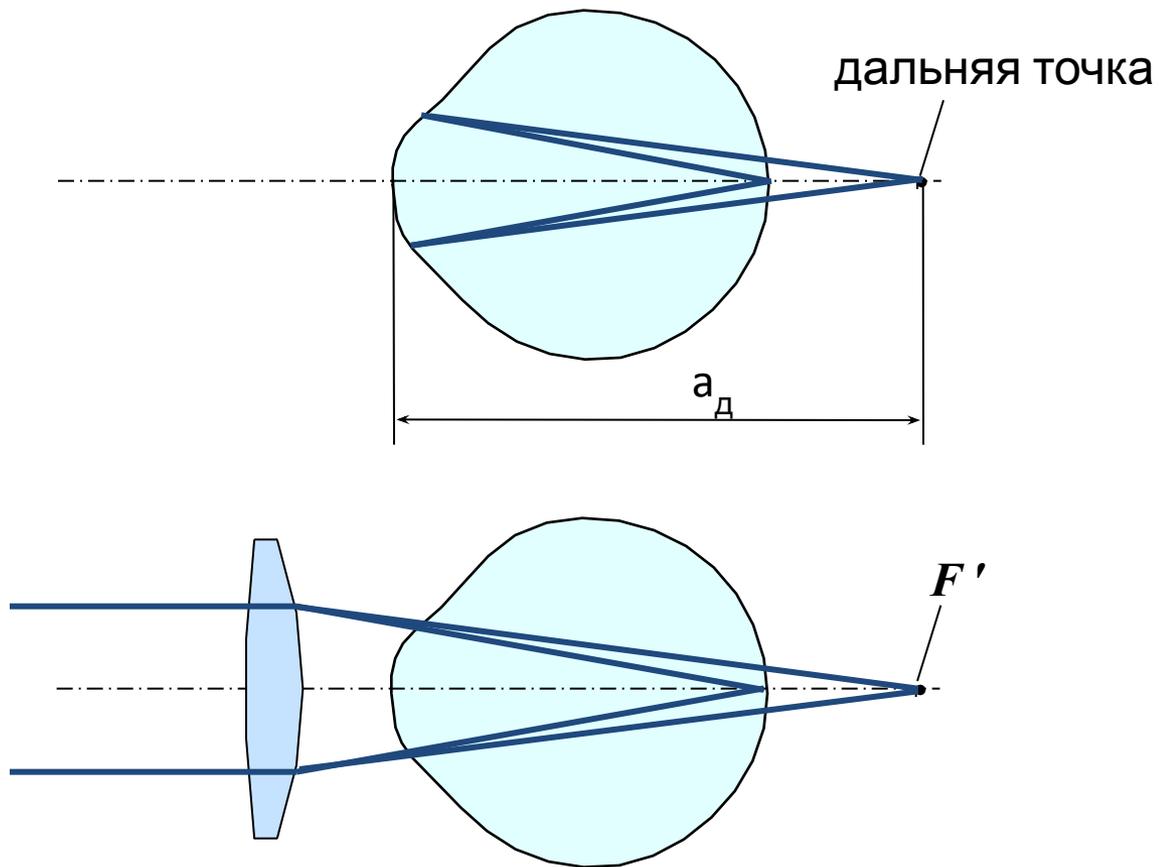


**Дальнозоркость** (гиперметропия) - это нарушение зрения, при котором изображение предмета формируется не на сетчатке, а за ней.

**Коррекция близорукости**  
**осуществляется подбором рассеивающих линз.**



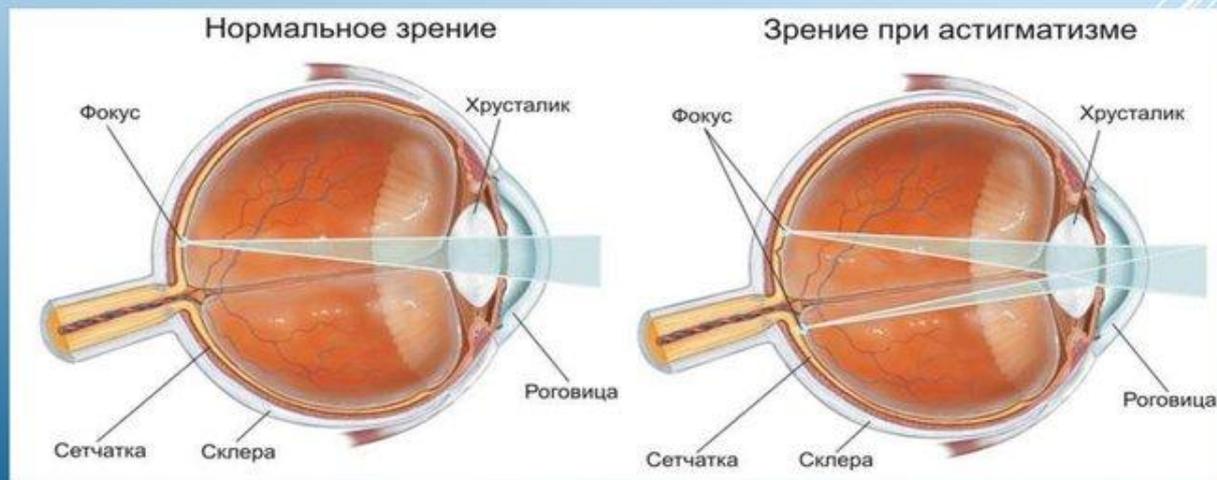
**Коррекция дальности зрения**  
**осуществляется подбором собирающих линз.**

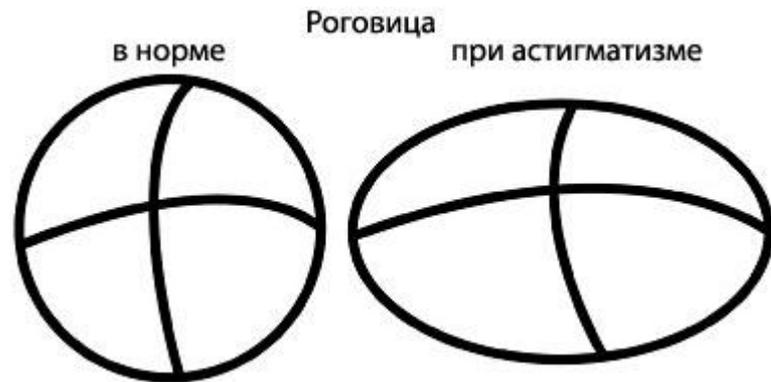


## Астигматизм

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

**АСТИГМАТИЗМ** — (ОТ ГРЕЧ. ASTIGMATISM: А — ОТРИЦАНИЕ, STIGMA — ТОЧКА) ДЕФЕКТ ЗРЕНИЯ, СВЯЗАННЫЙ С НАРУШЕНИЕМ СФЕРИЧНОСТИ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГЛАЗА, В РЕЗУЛЬТАТЕ ЧЕГО ЧЕЛОВЕК ТЕРЯЕТ СПОСОБНОСТЬ К ЧЁТКОМУ ВИДЕНИЮ. ОБЩИЙ АСТИГМАТИЗМ СКЛАДЫВАЕТСЯ ИЗ РОГОВИЧНОГО И ХРУСТАЛИКОВОГО, ХОТЯ, КАК ПРАВИЛО, ОСНОВНОЙ ПРИЧИНОЙ АСТИГМАТИЗМА ЯВЛЯЕТСЯ НАРУШЕНИЕ СФЕРИЧНОСТИ РОГОВИЦЫ.



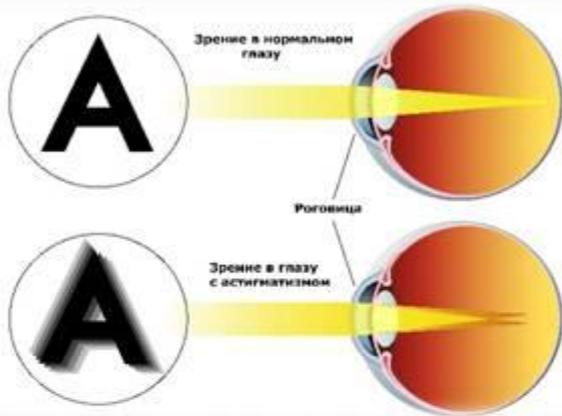


Астигматизм возникает чаще всего из-за неправильной (не сферической) форме роговицы (реже хрусталика).

При астигматизме некоторые участки изображения могут фокусироваться на сетчатке, а другие – за ней или перед ней. В результате человек видит искаженное изображение. Примерно так, если посмотреть на своё искаженное изображение в овальной чайной ложке. Астигматизм можно исправить очками или контактными линзами.



# Дефекты зрения



## 1. Дефекты хрусталика

- Близорукость
- Дальнозоркость
- Астигматизм

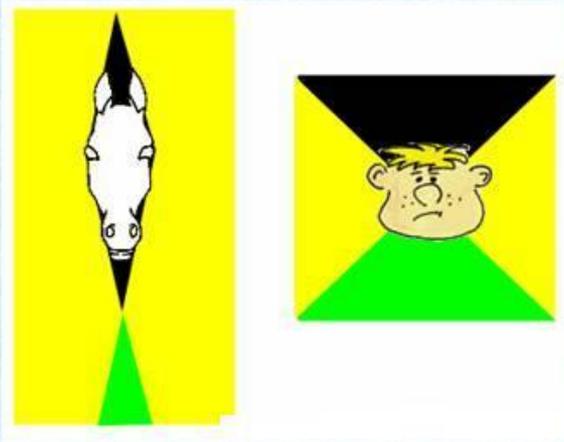
## 2. Дефекты сетчатки

- Дальтонизм
- Косоглазие
- Катаракта
- Глаукома

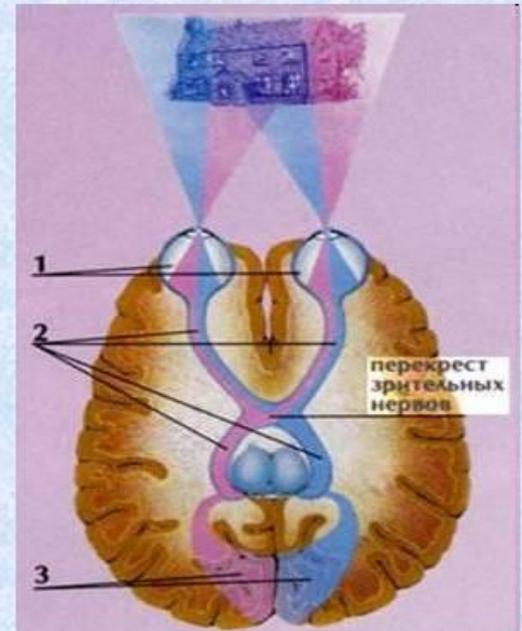


15. Такие дефекты зрения как близорукость, дальнозоркость и астигматизм являются дефектами:  
а - стекловидного тела;  
б - хрусталика;  
в - сетчатки;  
г - варианты: а, б, в.

## 4. Бинокулярное зрение.



Черный - "Слепая" зона; Зеленый -  
Зона бинокулярного (стерео) зрения;  
Желтый - Зона монокулярного зрения.



1. Сетчатка глаза.
2. Зрительный нерв
3. Зрительные пути и зрительная зона.

**Бинокулярное зрение** — это способность человека видеть предметы одновременно обоими глазами. При этом мы способны различать объем, форму, цвет, расстояние до объектов или между ними. Точная оценка расстояния — важный аспект для человека.

При **монокулярном зрении** все объекты, которые попадают в поле видимости человека, воспринимаются одним органом зрения. Для некоторых видов животных такое состояние является нормальным. У них глаза расположены таким образом, что они видят две картинки правым и левым глазом отдельно.

У человека же общая картинка, получаемая обоими глазами, формируется в голове. Глаза получают информацию, а ее обработка происходит в коре головного мозга. Две картинки соединяются в одну, а человек в итоге видит единое изображение.

Биноклярное зрение имеет ряд преимуществ перед видением одним глазом: оно повышает остроту зрения, но главное – позволяет определить форму предметов и расценивать расстояние до них. Исследование биноклярного зрения имеет большое значение при профессиональном отборе летчиков, шоферов и представителей некоторых других специальностей.

**Биноклярное зрение обеспечивает более точную оценку расстояний и взаимного расположения предметов, чем монокулярное** (одним глазом).

В оптимальных условиях точность биноклярных на расстоянии наилучшего зрения - 250мм соответствует примерно **0,003-0,005%**, а на расстоянии 100м - **5-7 %** расстояния до предмета.

Оценки на основе **монокулярного зрения** редко бывают точнее **10 %**.

**16. Оценки на основе монокулярного зрения бывают точными на:**

- а - 10%;**
- б - 10 - 25%;**
- в - 25%;**
- г - 50%**

**17. Оценки на основе биноклярного зрения достигают точности на расстоянии 100м:**

- а - 1%;**
- б - 2 - 5%;**
- в - 5%;**
- г - 5 - 7%.**

## 5. Цветовосприятие или цветоощущение

В сетчатке глаза имеются 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).

Цвет любого тела вызван избирательным поглощением и отражением.

Наименьшее значение освещённости, создаваемой объектом на зрачке наблюдателя, при котором объект становится заметным, называется **световым порогом**.

**Световой порог цветного источника** – это та минимальная освещённость на глазу наблюдателя, при которой только начинается наблюдаться световой сигнал без различия цвета сигнала.

При дальнейшем увеличении освещённости глаз начинает различать цвет.

**Наименьшее значение освещённости, создаваемой объектом на зрачке наблюдателя, при котором различается цвет объекта**, называется **цветовым порогом**.

**Цветовой порог** также зависит от цвета объекта: **сначала обнаруживается цвет красных объектов, позже других – сине-фиолетовых и жёлтых**.

19. Минимальная освещённость на глазу наблюдателя, при которой только начинается наблюдаться световой сигнал это...

- а - цветовой порог цветного источника;
- б - световой порог цветного источника;
- в - чувствительность глаза;
- г - варианты: а, б, в.

**Цветовое зрение** (синонимы: **цветоощущение**, **цветоразличение**, хроматопсия) — способность человека различать цвет видимых объектов.

Видимая часть спектра светового излучения образована волнами различной длины, которые воспринимаются глазом **в виде семи основных цветов**, выделяемых в зависимости от длины волны света в три группы.

**Длинноволновое световое излучение** вызывает ощущение **красного и оранжевого цвета**,

**средневолновое** — **желтого и зеленого**,

**коротковолновое** — **голубого, синего и фиолетового**

Цвет оказывает воздействие на общее психофизиологическое состояние человека и в известной мере влияет на его трудоспособность.

**Наиболее благоприятное влияние** на зрение оказывают малонасыщенные цвета средней части видимого спектра (**желто-зелено-голубые**), так называемые **оптимальные цвета**.

Для цветовой сигнализации используют, наоборот, **насыщенные (предохранительные)** цвета.

**18. В каких случаях глаз получает цветовое впечатление от объекта:**

**а - если отдельные составляющие излучения раздражают глаз;**

**б - если поверхность непрозрачных объектов частотно-избирательно поглощает излучение определённого спектра;**

**в - если поверхность непрозрачных объектов частотно-избирательно отражает излучение определённого спектра;**

**г - варианты: б и в.**

**20. Видимая часть спектра светового излучения образована волнами различной длины, которые воспринимаются глазом в виде ...**

**а - 7 цветов;**

**б - 3 цветов;**

**в - 12 цветов;**

**г - 24 цветов.**

## Спектральная чувствительность глаза

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

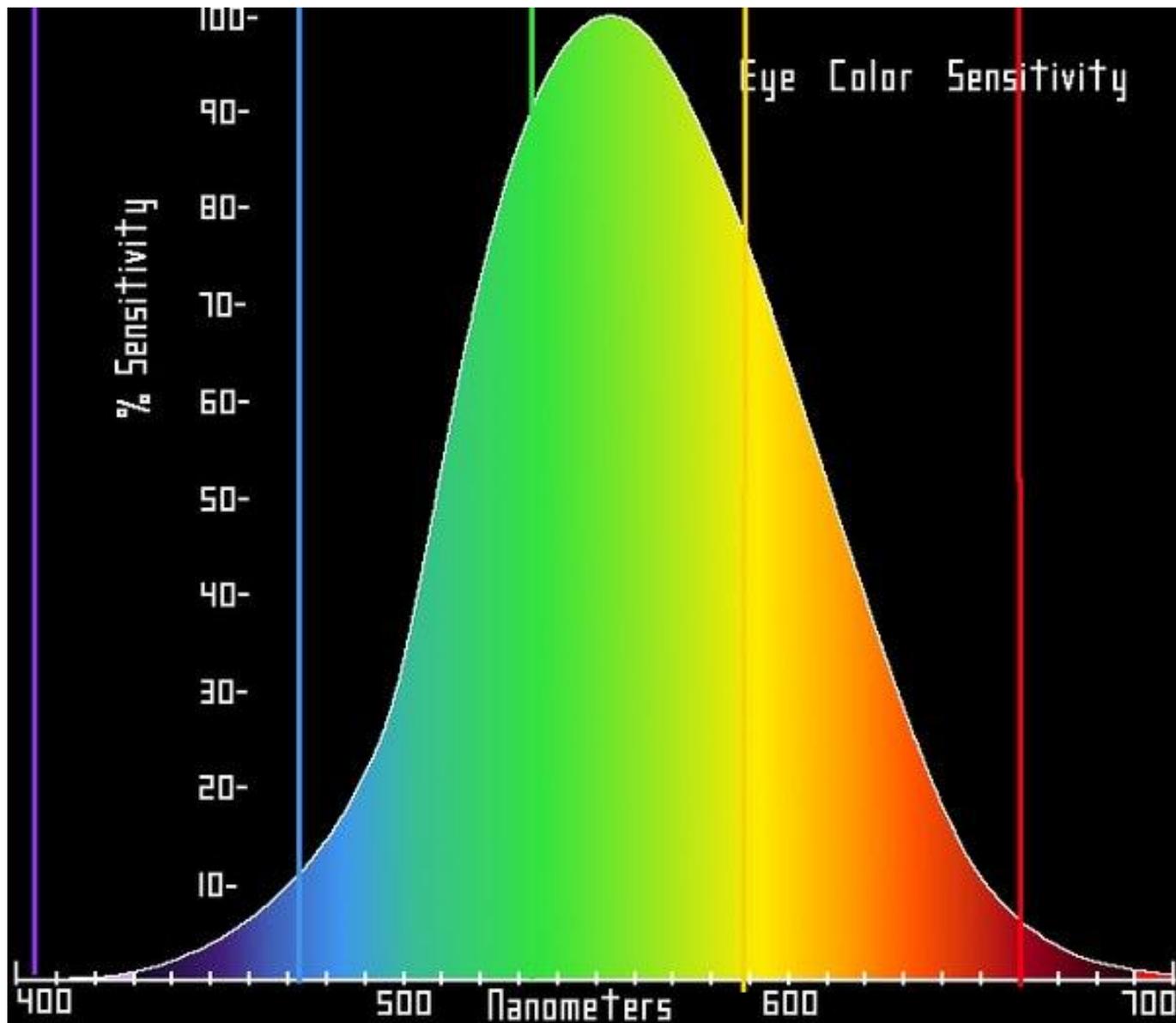
Коэффициент относительной спектральной чувствительности:

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

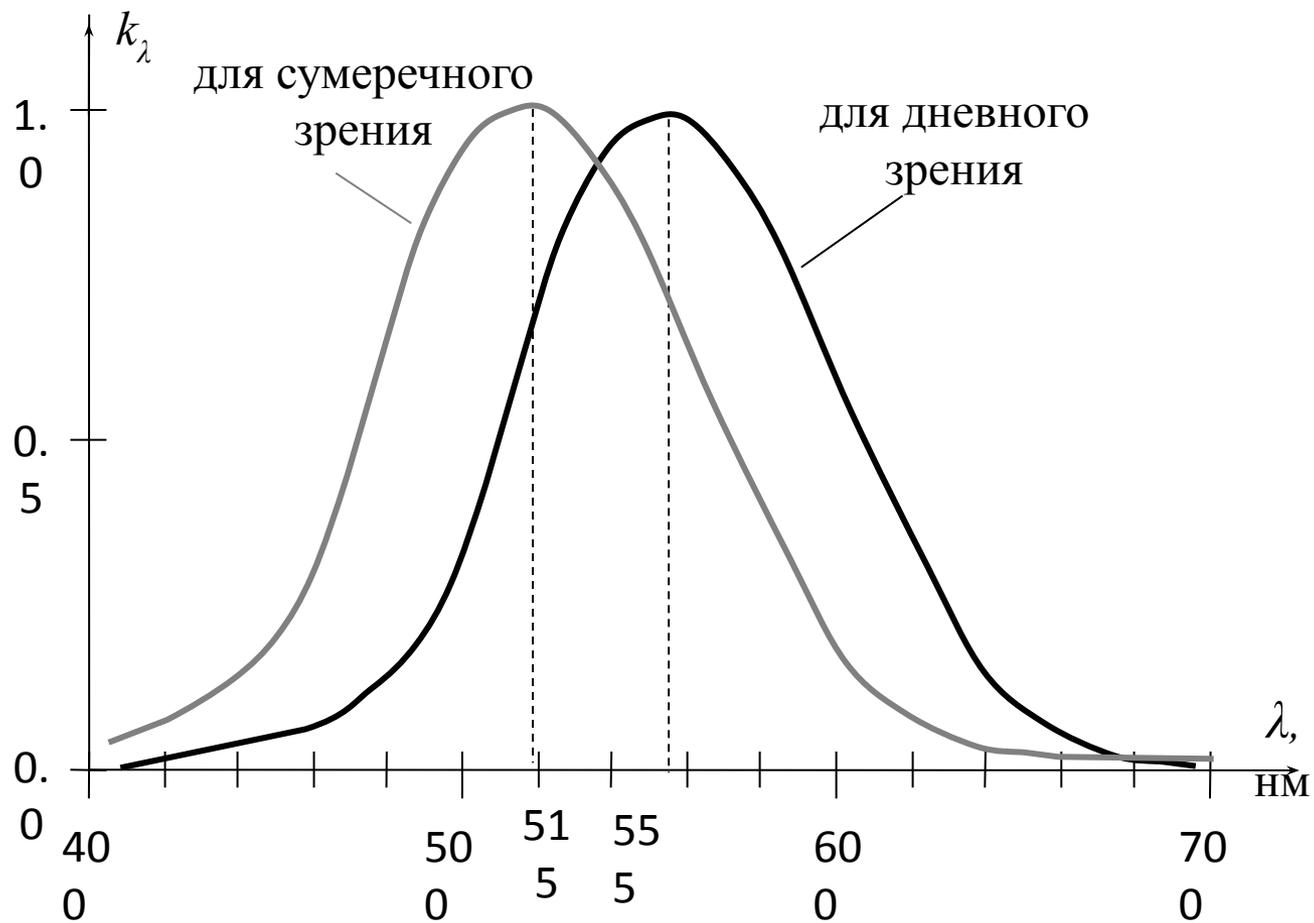
где  $V_{\lambda}$  – абсолютная спектральная чувствительность излучения с длиной волны  $\lambda$ ;  $V_{\lambda=555}$  – абсолютная спектральная чувствительность для длины волны  $\lambda = 555$  нм

**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 относительной спектральной чувствительности глаза



# Кривая спектральной чувствительности глаза при разной освещенности изменяется



## 6. Пространственные характеристики зрения

Пространственные характеристики зрительного анализатора определяются воспринимаемыми глазом размерами предметов и их месторасположением в пространстве.

К ним относятся: *поле зрения*, *острота зрения* и *объем зрительного восприятия*.

**Поле зрения** определяется пространством, наблюдаемым неподвижным глазом. Границы на белый цвет равны: вниз -  $70^\circ$ , вверх -  $55^\circ$ , к носу -  $60^\circ$  и к виску -  $90^\circ$  (*т.е.  $125^\circ$  по вертикали и  $150^\circ$  по горизонтали*). Движение глаз позволяет увеличить угловую величину просматриваемого пространства (получается *поле взора*).

- **Поле зрения одного глаза:**
  - **полное поле зрения:**  
 $125^\circ$  по вертикали и  $150^\circ$  по горизонтали
  - **поле зрения в области желтого пятна:**  
 $6^\circ$  по вертикали и  $8^\circ$  по горизонтали
  - **поле наиболее совершенного зрения (в центральной ямке):**  
 $1-1,5^\circ$
- **Предел разрешения глаза:** около  $1'$ 
  - **Угловой предел разрешения глаза** – *это минимальный угол, при котором глаз наблюдает отдельно две светящиеся точки на расстоянии наилучшего зрения.*

21 Поле зрения одного глаза условно делится на:

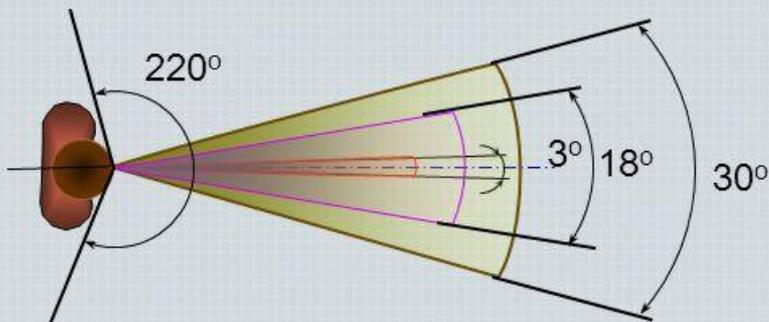
а - две зоны;

б - три зоны;

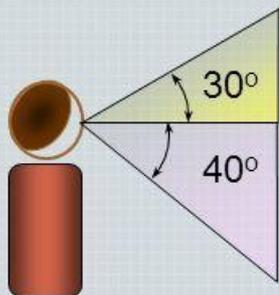
в - такое деление возможно у поля взора.

# Выбор угла зрения

## Горизонтальный угол зрения



## Вертикальный угол зрения



$\angle 3^{\circ}$  – зона  
*центрального* зрения

$\angle 18^{\circ}$  – зона  
*мгновенного* зрения

$\angle 30^{\circ}$  – зона  
*устойчивого* зрения

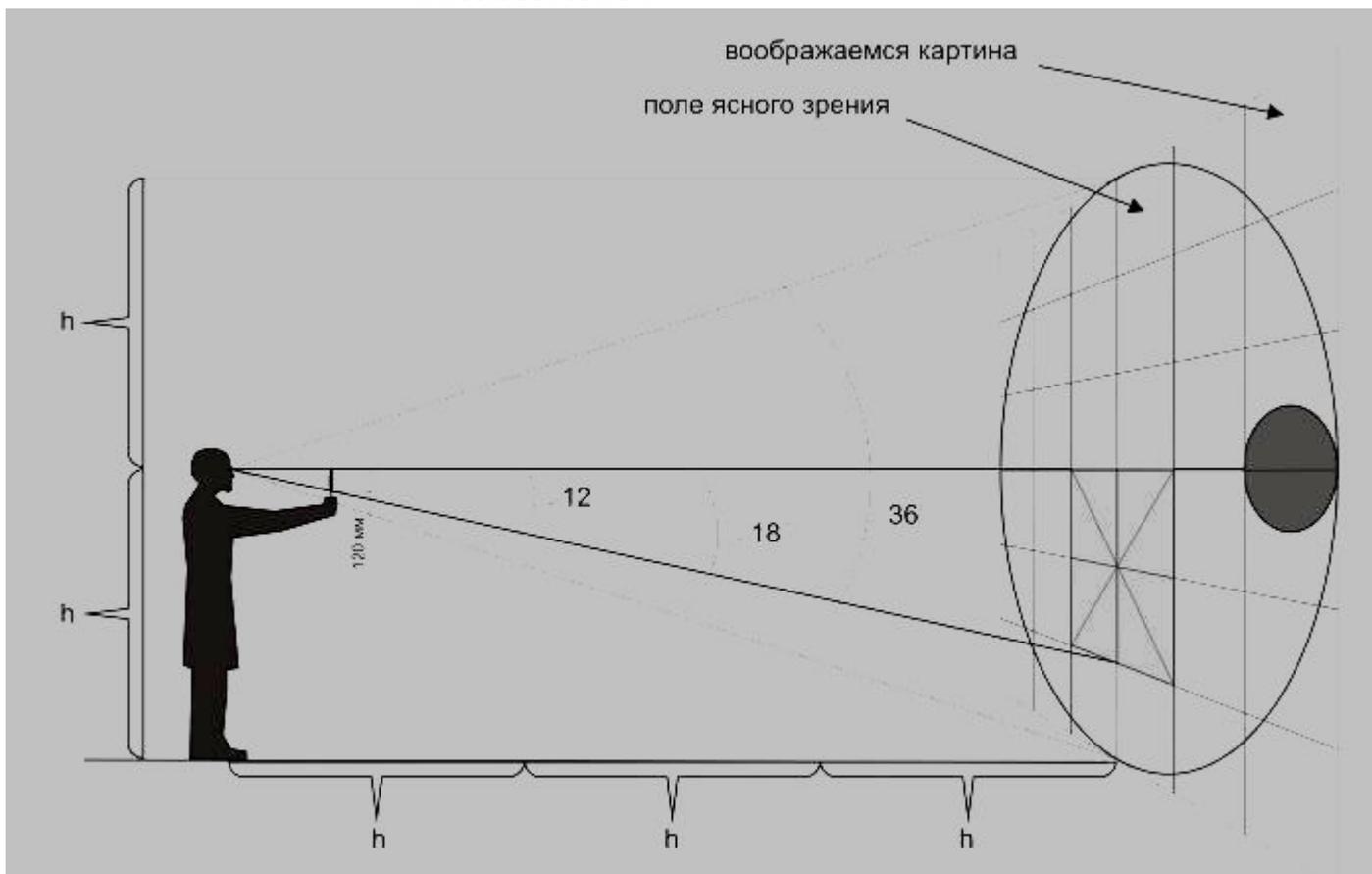
$\angle 220^{\circ}$  – зона *предельной*  
ВИДИМОСТИ

1. зона  
наиболее  
ясного зрения: –  
зона  
центрального  
зрения + зона  
мгновенного  
зрения –  
образуют зону с  
полем зрения  
около  $20^{\circ}$

22. Зона наиболее ясного зрения для одного глаза составляет:

- а -  $2^{\circ}$ ;
- б -  $3^{\circ}$ ;
- в -  $5^{\circ}$ .

## зона ясного



2. зона ясного зрения, в которой различаются предметы без мелких деталей, с полем зрения около  $30^\circ$  по горизонтали и около  $22^\circ$  по вертикали

23. Зона ясного зрения, в которой различаются предметы без мелких деталей, составляет:

а -  $30^\circ$  по горизонтали;

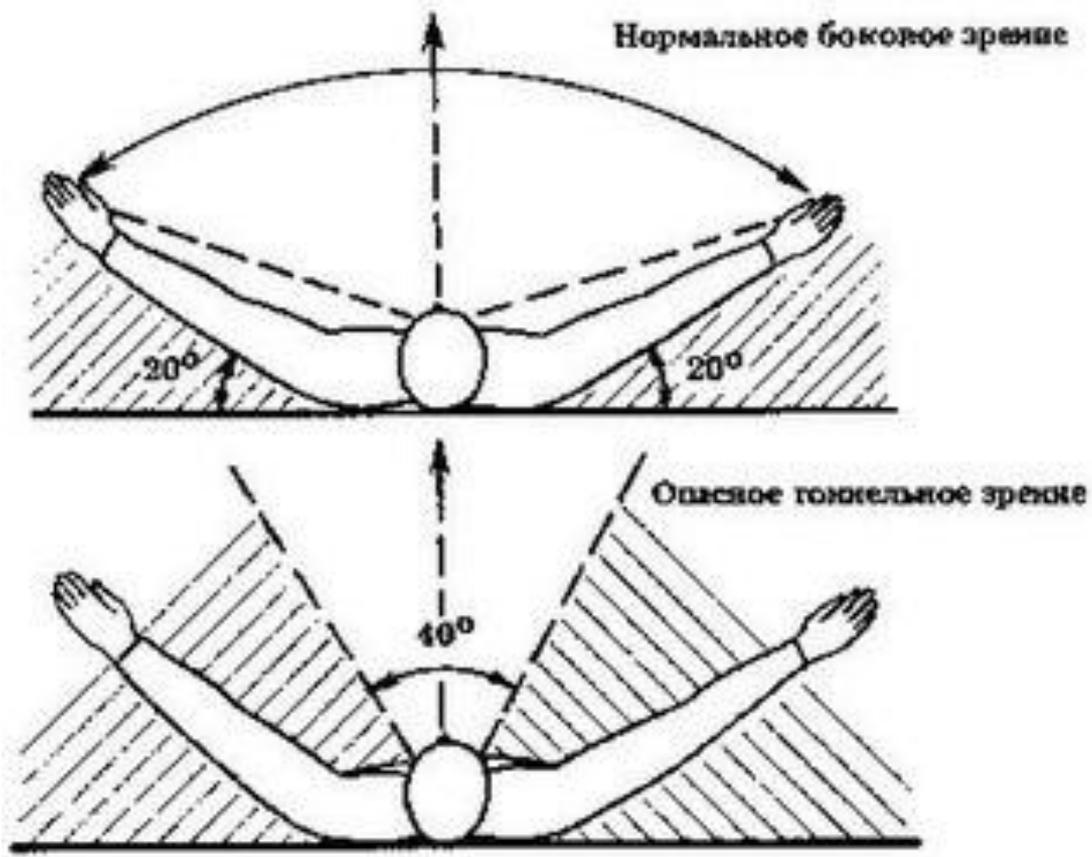
б -  $22^\circ$  по вертикали;

в -  $30^\circ$  по вертикали;

г -  $22^\circ$  по горизонтали;

д - варианты: а и б;

е - варианты: в и г.



3. зона периферического зрения, которая важна для ориентации, но детали предметов ясно не различаются (от 140° до 180°).

## Острота зрения

В соответствии с профессиональной терминологией, **острота зрения** — это способность глаза различать две точки при минимальном расстоянии между ними. Согласно условно принятой норме, глаз со 100%-ным зрением ( $V=1.0$ ) способен различать две удаленные точки с угловым разрешением в 1 минуту (или  $1/60$  градуса).

В сильном упрощении это означает, что **острота зрения является качественным показателем зоркости глаз**, дающим возможность измерить, насколько хорошо (четко) видит человек. За норму принята острота зрения величиной в 1,0 (100%) — так называемая единица.

Определяют ее по специальным таблицам с опто типами.

В нашей стране наиболее распространенной является таблица Головина-Сивцева (или просто **таблица Сивцева**).

В чем же проявляется разница в остроте зрения? Основное отличие — в расстоянии, с которого люди одинаково четко видят один и тот же предмет. К примеру, человек с остротой зрения 1,0 может прочитать номер автомобиля примерно с расстояния в 40 метров, при условии достаточной освещенности. Чем меньше **ОЗ**, тем меньше расстояние, с которого номер будет читаться. При остроте зрения в 0,4 это расстояние будет равно примерно 16 метрам. На большем расстоянии цифры и буквы уже будут сливаться либо станут просто неразличимы.

Другой пример — человек с остротой зрения 1,0 читает верхнюю строку проверочной таблицы с расстояния 50 метров, а с ОЗ, равной 0,1 — не далее, чем с 5 метров.

Ш Б

VIS=0,1

М Н К

VIS=0,2

Ы М Б Ш

VIS=0,3

Б Ы Н К М

VIS=0,4

И Н Ш М К

VIS=0,5

Н Ш Ы И К Б

VIS=0,6

Ш И Н Б К Ы

VIS=0,7

К Н Ш М Ы Б И

VIS=0,8

Б К Ш М И Ы Н

VIS=0,9

Н К И Б М Ш Ы

VIS=1,0

Ш И Н К М И Ы Б

VIS=1,0

И И Ш Ы Н Б М К

VIS=1,2

### Требования к зрению специалиста ВИК

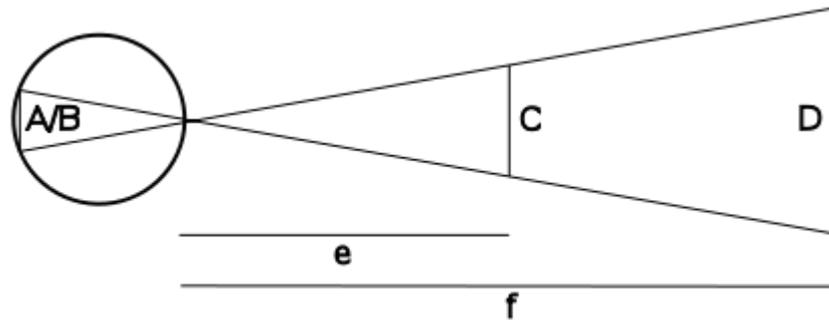
1. Острота зрения с коррекцией при предварительном профосмотре: **не ниже 1,0**, (при повторных периодических медосмотрах не ниже 0,8) на одном глазу и 0,5 на другом глазу.

2. Аномалии рефракции:  
при предварительном осмотре -  
миопия выше 2,0 Д,  
гиперметропия выше 2,0 Д,  
астигматизм выше 1,0 Д;  
при повторных медосмотрах;  
миопия выше 8,0 Д,  
гиперметропия выше 6,0Д,  
астигматизм выше 3,0 Д.

**Острота зрения** — способность глаза *раздельно воспринимать две точки, расположенные друг от друга на минимальном условном расстоянии.*

Мерилом остроты зрения является **угол зрения**, то есть угол, образованный лучами, исходящими от краёв рассматриваемого предмета (или от двух точек А и В) к узловой точке (К) глаза.

**Острота зрения** *обратно-пропорциональна углу зрения, то есть, чем он меньше, тем острота зрения выше.* В норме глаз человека способен раздельно воспринимать объекты, угловое расстояние между которыми не меньше 1' (**1 минута**).



Для **нормального глаза** в оптимальных условиях **острота зрения** составляет **1'**.

Средняя острота зрения равна 2-4'.

При остроте зрения 2' на расстоянии наилучшего зрения (250мм) глаз может различать детали размером не менее 0,15мм.

**24. Если глаз имеет остроту зрения 2', на расстоянии наилучшего зрения (250 мм) глаз может различать детали размером не менее:**

**а - 0,5 мм;**

**б - 1,0 мм;**

**в - 0,15 мм;**

**г - 0,3 мм.**

## 7. Временные характеристики зрения

Временные характеристики зрительного анализатора определяются временем, необходимым для возникновения зрительного ощущения при тех или иных условиях работы оператора.

К ним относятся:

- 1. латентный** (скрытый) **период зрительной реакции**,
- 2. длительность инерции ощущения**,
- 3. критическая частота мельканий**,
- 4. время адаптации**,
- 5. длительность информационного поиска.**

- **латентный период реакции** - это промежуток времени от начала появления сигнала (*светового раздражения*) до момента возникновения ощущения в сетчатке глаза;

- **время инерции ощущения** - это промежуток времени от момента исчезновения сигнала до момента прекращения действия ощущения;

- **критическая частота мелькания** - минимальная частота появления сигнала, при которой он воспринимается как непрерывный;

- **время адаптации** - время, необходимое для самонастройки анализатора (глаза) в изменившихся условиях восприятия.

- **длительность информационного поиска** - это промежуток времени в течении которого зрительный анализатор находит отображение объекта с заданными признаками.

**25. Промежуток времени от начала появления светового раздражения до момента возникновения ощущения в сетчатке глаза называется:**

**а - время инерции ощущения;**

**б - латентный период реакции;**

**в - время адаптации;**

**г - длительность информационного поиска.**

Время латентного периода зрительной реакции зависит:

- от интенсивности сигнала (*так называемый закон силы: чем сильнее раздражитель, тем реакция на него короче*),
- от значимости сигнала (*реакция на значимый для оператора сигнал короче, чем на сигналы, не имеющие значения для оператора*),
- от сложности работы оператора (чем сложнее выбор нужного сигнала среди остальных, тем реакция на него будет дольше),
- от возраста и других
- от индивидуальных особенностей человека.

**Время инерции ощущения** для большинства людей в среднем равно 0,03–0,1 с.

Ощущения, продолжающиеся после прекращения раздражения, называются последовательными образами. Если посмотреть на включённую лампу и закрыть глаза, то она видна ещё в течение некоторого времени. Если же после фиксации взгляда на освещённом предмете перевести взгляд на светлый фон, то некоторое время можно видеть негативное изображение этого предмета, т.е. светлые его части – тёмными, а тёмные – светлыми (отрицательный последовательный образ).

Это объясняется тем, что возбуждение от освещённого объекта локально тормозит (адаптирует) определённые участки сетчатки; если после этого перевести взор на равномерно освещённый экран, то его свет сильнее возбудит те участки, которые не были возбуждены ранее.

**Инерция зрения** представляет собой неспособность сетчатки отвечать на частые колебания яркости света и сигнализировать о них.

Если свет включается и выключается сначала медленно, а затем все чаще, наблюдатель будет видеть мелькание света до тех пор, пока его частота не достигнет примерно **30 вспышек в секунду**, после чего он будет казаться непрерывным. Если свет яркий, а вспышка его очень короткая, критическая частота мельканий будет значительно выше и **может достигнуть порядка 50 вспышек в секунду**.

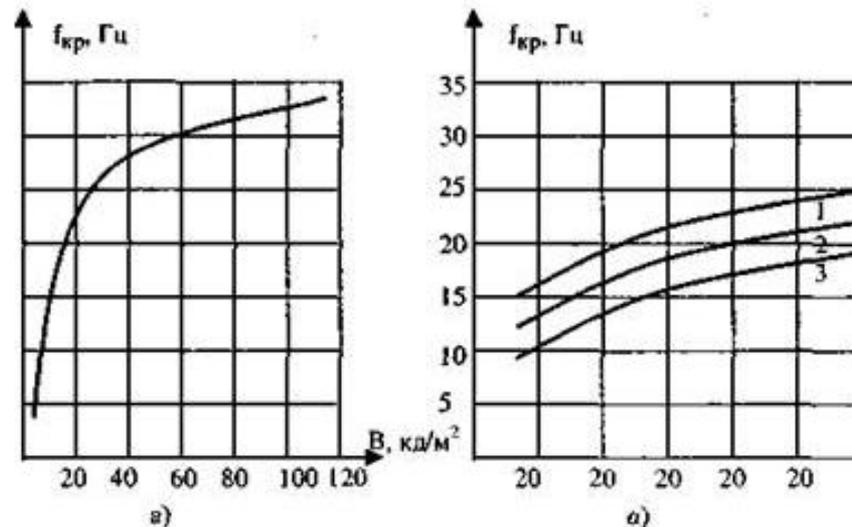
Мелькания могут быть опасными при езде на машине мимо ряда деревьев, тени которых падают на дорогу, освещенную лучами солнца, или при посадке вертолета, вращающиеся лопасти винта которого вызывают мелькание света.

Стимуляция сетчатки яркими вспышками света может вызвать **головную боль, тошноту**. При частоте вспышек порядка 5-10 в секунду перед глазами могут появиться яркие цветные пятна, движущиеся и неподвижные фигуры, причем эффект может быть исключительно отчетлив. Они возникают вследствие непосредственного нарушения зрительных систем мозга как результат массивных повторных разрядов активности сетчатки, перегружающих эту систему

Следует отметить, что это ощущение также исчезает не сразу после того, как прекратилось раздражение – оно держится ещё некоторое время. Если в темноте водить по воздуху горящей спичкой, то мы увидим светящуюся линию, так как быстро следующие одно за другим световые раздражения сливаются в непрерывное ощущение. Минимальная частота следования световых стимулов (например, вспышек света), при которой происходит объединение отдельных ощущений, называется **критической частотой слития мельканий**.

При средних освещённостях эта частота равна 10–15 вспышкам в 1 с. На этом свойстве зрения основаны кино и телевидение: мы не видим промежутков между отдельными кадрами (24 кадра в 1 с в кино), так как зрительное ощущение от одного кадра ещё длится до появления следующего. Это и обеспечивает иллюзию непрерывности изображения и его движения.

**Критическая частота мельканий (КЧМ)** зависит *от яркости, размеров и конфигурации знаков* (см графики):



Зависимость критической частоты мельканий: а — от яркости;

б — от размеров и конфигурации знаков (1,2,3 — соответственно знаки сложной, средней и простой конфигурации).

Зависимость КЧМ от яркости подчинена основному психофизическому закону:

$$f_{кр} = \kappa \lg B + c$$

где  $\kappa$  и  $c$  — константы, зависящие от размеров и конфигурации знаков, а также от спектрального состава мелькающего изображения.

Из формулы и графиков видно, что снижение величины  $f_{кр}$ , если это необходимо по каким-либо техническим причинам, может быть достигнуто путем уменьшения яркости знака, сокращения его размеров или упрощения конфигурации.

При обычных условиях наблюдения величина КЧМ лежит в пределах 15 — 25 Гц.

При зрительном утомлении она несколько понижается.

Вопрос о частоте мельканий имеет большое значение при решении двух видов инженерных задач.

В тех случаях, когда необходимо, **чтобы мелькания не замечались** (например, **при проектировании изображения на экран**, в технике кино и телевидения), **частота смены информации должна составлять не менее 40 Гц**.

При необходимости использовать мерцание для кодирования информации (например, для привлечения внимания оператора) следует иметь в виду, что наименьшее зрительное утомление будет при частоте мельканий 3-8 Гц.

**26. Чтобы мелькания изображений на экране монитора ПК не замечались их частота должна быть:**

**а - не менее 40 Гц;**

**б - не менее 24 Гц;**

**в - не менее 12 Гц;**

**г - частота мельканий определяется экспериментально .**

К временным характеристикам зрительного анализатора относится и **время адаптации**. В процессе адаптации в значительной степени (до  $10^8$  раз) меняется чувствительность зрительного анализатора.

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

**27. Адаптация — это способность глаза:**

**а - изменять световую чувствительность глаза;**

**б - изменять порог контрастности глаза;**

**в - изменять разрешающую способность глаза;**

**г - приспособливаться к различным условиям освещения.**

**Темновая адаптация**, когда человек попадает в условия низкой освещенности, запускает процесс ухудшения остроты зрения.

1. Происходит переход от **колбочкового зрения к палочковому**, а палочка чувствительней колбочки в 10 раз.
2. **Расширяется зрачок** от 2 до 8 мм, т. е. по площади **в 16 раз**.
3. **Увеличивается время инерции зрения** от 0,05 до 0,2 с, т. е. в 4 раза.
4. Увеличивается площадь восприятия света на сетчатке. При большой яркости угловой предел разрешения  $\delta = 0,6'$ , а при малой  $\delta = 50'$ . Увеличение этого числа означает, что **множество рецепторов объединяется для совместного восприятия света, образуя, как обычно говорят физиологи, одно рецептивное поле**. Площадь рецептивного поля увеличивается в 6900 раз.
5. Увеличивается чувствительность мозговых центров зрения.
6. Увеличивается концентрация светочувствительного вещества.

В результате затягивается время адаптации **Sc** до 60 минут.

**29. Повышение чувствительности глаза при изменении светового раздражения называется:**

- а - световой адаптацией;
- б - яркостной адаптацией;
- в - дневной адаптацией;
- г - темновой адаптацией.

**31. Продолжительность темновой адаптации может составлять:**

- а - 15 - 30 минут;
- б - 30 - 60 минут;
- в - 60 - 120 минут;
- г - не менее 30 минут.

**Световая адаптация** протекает значительно быстрее темновой.

Выходя из темного помещения на яркий дневной свет, человек бывает ослеплен и в первые секунды почти ничего не видит. Образно выражаясь, зрительный прибор зашкаливает. Но если милливольтметр перегорает при попытке измерить им напряжение в десятки вольт, то **глаз отказывается работать только короткое время**. Чувствительность его автоматически и достаточно быстро падает.

Прежде всего **сужается зрачок**.

Затем под непосредственным действием света **выцветает зрительный пурпур палочек**, в результате их чувствительность резко падает. **Начинают действовать колбочки**, которые тормозят действие палочек и отключают их.

Наконец, происходит **перестройка нервных связей в сетчатке** и **понижение возбудимости мозговых центров**.

В результате уже **через несколько секунд** человек начинает видеть в общих чертах окружающую картину, а **минут через пять** световая чувствительность его зрения приходит в полное соответствие с окружающей яркостью, что обеспечивает нормальную работу глаза в новых условиях.

**28. Понижение чувствительности глаза при изменении светового раздражения называется:**

**а - световой конвергенцией;**

**б - яркостной адаптацией;**

**в - дневной адаптацией;**

**г - темновой адаптацией.**

**30. Продолжительность световой адаптации у большинства людей составляет:**

**а - 5 - 10 минут;**

**б - 10 - 30 минут;**

**в - 30 - 45 минут;**

**г - не менее 30 минут**

## **Длительность информационного поиска.**

Большую роль в процессе зрительного восприятия играют движения глаз. Они делятся на **поисковые** (установочные) и **гностические** (познавательные).

С помощью **поисковых движений** осуществляется поиск заданного объекта, установка глаза в исходную позицию и корректировка этой позиции. Длительность поисковых движений определяется углом, на который перемещается взор.

К **гностическим движениям** относятся движения, участвующие в обследовании объекта, его опознании и различении деталей объекта. Основную информацию глаз получает во время фиксации, то есть во время относительно неподвижного положения глаза, когда взор пристально устремлен на объект. Во время скачка глаз почти не получает никакой информации. Если продолжительность скачка в среднем составляет 0,025с, то продолжительность фиксации в зависимости от условий восприятия составляет 0,25–0,65с и более. Результаты исследований показывают, что общее время фиксаций составляет 90–95% от общего времени поиска.

Фиксации неотделимы от микродвижений глаз. В ряде опытов при помощи специального устройства изображение объекта стабилизировалось относительно сетчатки глаза, то есть изображение не перемещалось по сетчатке. Уже через 2–3 с после стабилизации человек переставал видеть объект. Следовательно, движения глаз являются необходимым условием зрительного восприятия.

Для некоторых видов операторской деятельности процесс восприятия сводится к информационному поиску – нахождению на устройстве отображения объекта с заданными признаками. Такими признаками может быть проблесковое свечение, особая форма или цвет объекта, отклонение стрелки прибора за допустимое значение и т. д. Задача оператора заключается в нахождении такого объекта и характеризуется временем, затраченным на поиск.

Общее время информационного поиска  $t_{\text{и}}$  равно

$$t_{\text{и}} = \sum_{i=1}^n (t_{\phi_i} + t_{\text{п}i})$$

где:  $t_{\phi_i}$  и  $t_{\text{п}i}$  – соответственно время  $i$ -ой фиксации и  $i$ -го перемещения взора;  
 $n$  – число шагов поиска (число фиксаций), затраченных для нахождения нужного объекта.

Время фиксации зависит от целого ряда факторов: свойств информационного поля, способа деятельности наблюдателя, степени сложности искомых элементов. Однако в условиях конкретного информационного поля (особенно при однородности его элементов) и конкретной задачи величина времени фиксации относительно постоянна и является характеристикой данных условий работы оператора (см табл).

Задача	$t_{\phi}$ , мс	Задача	$t_{\phi}$ , мс
Поиск отметки на экране РЛС . . . . .	370	Поиск простых геометрических фигур . . . . .	200
Чтение буквы или цифры	310	Фиксация загорания (погасания) индикатора . . . . .	280
Поиск условных знаков	300	Ознакомление с ситуацией, обозначенной условными знаками . . . . .	640

## Основные требования к организации информационного поля с точки зрения минимизации поиска:

1. Элементы поля следует располагать так, чтобы в объем фиксации, ограниченной зоной 10 градусов (*размеры зоны ясного видения*), попадало не более чем 4-8 объектов.
2. Следует по возможности уменьшать объем поля, не допуская нахождения в нем ненужных элементов.
3. Искомые элементы следует выделять таким образом:
  - чтобы обеспечить наименьшее время фиксации, наилучшим является выделение искомого элемента другим цветом или с помощью светового маркера;
  - более плохие результаты получаются при его выделении проблесковым свечением или изменением размера и яркости (хотя эти способы более просты с точки зрения их технической реализации).

## 8. Особенности зрительного восприятия человека

В центральной ямке каждая колбочка связана с головным мозгом непосредственно отдельным нервным волокном в отличие от остальных колбочек и палочек сетчатки.

Имеется примерно один миллион различных волокон оптического нерва, которые передают от человеческого глаза информацию в мозг, тогда как было уже отмечено, сетчатка содержит несколько миллионов колбочек и более ста миллионов палочек.

Большинство указанных зрительных рецепторов связаны между собой в основном в "горизонтальном" направлении.

Иначе говоря, *информация, полученная от различных клеток, не сразу поступает в мозг от каждой точки в отдельности, а частично осмысливается в сетчатке путем комбинирования информации от нескольких зрительных рецепторов.*

*Таким образом, сам глаз выполняет часть функций осмысливания, свойственных головному мозгу.*

Количество информации, которое может быть воспринято зрительной системой человека в единицу времени, ограничено. Это связано с падением разрешающей способности и контрастной чувствительности при уменьшении времени наблюдения и анализа объекта.

При осмотре объекта его детали, привлекающие внимание, поочередно проецируются на центральную ямку сетчатки, обладающую максимальной разрешающей способностью.

Глаз в процессе наблюдения то относительно неподвижен, то резким скачком поворачивается на угол до  $10 - 20^\circ$ . В среднем за 1 секунду происходит два – пять скачков. При этом скорость луча зрения, скользящего по детали, достигает **300 – 400 мм/с**. **Трещины длиной 2 – 5 мм при такой скорости могут быть не обнаружены**, т.к. продолжительность их осмотра мала ( $0,005 - 0,01$  с) и зрительное ощущение не успеет сформироваться.

***Эти ограничения должны учитываться при контроле ответственных деталей способами ВИК.***

**32. При контроле ответственных деталей скорость луча зрения не должна превышать 300 мм/сек. т. к. оператор...**

**а - не может так быстро перемещать глаз;**

**б - не сможет сформировать зрительное ощущение;**

**в - не получит информации об объекте контроля;**

**г - варианты: а, б, в.**

**Зрительная работоспособность** — способность выполнять зрительную работу и поддерживать высокую степень мобилизации зрительных функций.

Зрительная работоспособность (ЗР) определяет возможность органа зрения совершать какую-либо работу за определенный промежуток времени и влияет на производительность труда и качество работы.

**ЗР может оцениваться** состоянием различных функций:

**критической частотой слияния мельканий,  
остротой зрения,  
быстротой различения,  
видимостью,  
временным порогом адиспаропии** и т. д.

33. Зрительная работоспособность зависит (*найти неправильный ответ*):

- а - от астенопии;
- б - от неправильно подобранных очков;
- в - от состояния двигательного аппарата глаз;
- г - нет неправильного ответа.

34. Зрительную работоспособность может оценивать следующие функции глаз:

- а - острота зрения;
- б - видимость;
- в - быстрота различения мельканий;
- г - варианты: а и б
- д - варианты: а, б, в.

Зрение в темноте осуществляется с помощью палочек, а в окрестности желтого пятна палочек нет, поэтому мы видим в **темноте** предметы, находящиеся прямо перед нами, не столь отчетливо, как предметы расположенные сбоку.

**Оптическая система глаза состоит из роговицы, жидкости передней камеры, хрусталика и стекловидного тела.**

Сила (**рефракция**) глаза **зависит** от величины **радиусов кривизны преломляющих поверхностей**, **расстояний** между ними и показателя **преломления роговицы, хрусталика, водянистой влаги и стекловидного тела**. Все эти величины для разных глаз имеют разные значения.

**Под рефракцией глаза понимается преломляющая способность его в состоянии покоя.**

Нормальная **зрительная работоспособность** глаза **зависит** от состояния **светочувствительного и двигательного аппаратов**.

**Зрительное утомление** может наступить при расстройстве функций одного или обоих аппаратов.

Утомление двигательного аппарата глаза возникает вследствие необходимости часто переводить взгляд с одних предметов на неодинаково удаленные другие, следить за движущимися объектами и т.п.

**Зрительное утомление** или **астенопия** (от греч. *asthenes* — *слабый* и *ops* — *глаз*) — слабость или быстрая утомляемость зрения, проявляющаяся **дискомфортом, болью в глазах, головной болью и снижением остроты зрения**.

## **Факторы риска астенопии (зрительного утомления) при ВИК:**

Постоянное зрительное внимание;

Неправильно подобранные очки;

Неправильно организованное освещение и рабочее место.

## **Наиболее распространенные при зрительном утомлении жалобы:**

- **глазные** (покраснения, зуд, частое моргание, слезотечение, светобоязнь, чувства тяжести, жжения и инородного тела, «засоренности в глазах»),

- **зрительные** (затуманивание, замедление перефокусировки с ближних предметов на дальние и обратно, трудности выбора расстояния для четкого зрения, двоение предметов или **диплопия**, искажение изображения),

- **общие** (боли в области глазниц и лба, головокружение, желание во время работы прикрыть глаза, чувство «разбитости»).

## **Чтобы не допускать зрительного переутомления необходимо:**

- делать коррекцию близорукости и других нарушений рефракции;

- лечить воспалительные процессы зрения и общих заболеваний.

- **правильно организовывать рабочее место.**

## 9. Практические характеристики зрения.

Разрешающая способность зрения  $\xi$ , т.е. *способность различать мелкие детали изображения*, *зависит от яркости, контраста, цветности и времени наблюдения ОК.*

Она максимальна в **белом** или **желто-зеленом свете** при яркости 10 ... 100 кд/м<sup>2</sup>, **высоком контрасте объекта** ( $|k| \geq 0,5$ ) и **времени наблюдения** от 5 ... 20 сек.

Угловая разрешающая способность глаза (т.е. *минимальный угол между деталями изображения, которые он различает*) равна 1' при расстоянии до объекта  $L = 250$  мм и соблюдении указанных выше условий.

Для нормального глаза наиболее благоприятным для рассматривания предмета оказывается расстояние около 250 мм, при котором глаз достаточно хорошо различает детали без чрезмерного утомления. Это расстояние называется **расстоянием наилучшего зрения.**

Поле зрения глаза по вертикали составляет примерно **125 x 150°** (180° по горизонту для обоих глаз).

При этом **зона четкого видения** составляет около 2°.

**Время инерции зрения** около 0,1 секунды.

35. Что не относится к практической характеристике зрения?

а - острота зрения;

б - разрешающая способность зрения;

в - видимость;

г - нет ответа на вопрос.

**Качество изображения дефекта, определяющее его выявляемость, называется ВИДИМОСТЬЮ**

$V = k / k_{min}$ , где  $k$  и  $k_{min}$  - фактический и минимальный в данных условиях контрасты.

**Эффективность процесса визуальной дефектоскопии определяется: оптическими характеристиками объекта контроля, светотехническими параметрами внешней среды, свойствами оператора и качеством применяемых оптических приборов.**

Эти факторы находятся в сложном взаимодействии и в совокупности составляют диалектическое единство условий, влияющих на производительность контроля, его надежность и точность.

В практической работе оператор (контролер) решает **зрительную задачу, состоящую из следующих основных элементов:**

**1) обнаружение из фона,**

**2) различение в деталях и**

**3) распознавание конкретного объекта как обобщенного образа.**

В ряде случаев **необходимо измерение изображения** объекта или другие операции, связанные с его обработкой.

**Вероятность успешного решения зрительной задачи зависит:**

**от контраста объекта ( $K$ ), его углового размера ( $\alpha$ ), яркости фона ( $L$ ) и времени наблюдения ( $T$ ).**

**36. Эффективность процесса визуальной дефектоскопии зависит, прежде всего...**

**а - от разрешающей способности зрения;**

**б - от максимального контраста изображения дефекта;**

**в - от времени наблюдения;**

**г - нет ответа на вопрос.**

Эффективность применения ОНК существенно зависит от правильности выбора геометрических, спектральных, светотехнических и временных характеристик освещения и наблюдения за ОК.

Главное при этом **обеспечить максимальный контраст дефекта.**

Это требование обеспечивается подбором:

**-углов освещения и наблюдения, спектра и интенсивности источника света, временных характеристик освещения - непрерывного или стробоскопического, а также состояния поляризации и степени когерентности света.**

**Необходимо учитывать различия оптических свойств дефекта и окружающей его области фона.**

**Контраст** чаще всего определяют по формуле  $k = (V_o - V_f)/(V_o + V_f)$ ,  
где  **$V_o$**  и  **$V_f$**  - яркости объекта различения в областях дефекта и фона.

37. Контраст  $K$  чаще всего определяется по формуле:

где - ( $V_o$  - яркость объекта,  $V_f$  - яркость фона)

а -  $K = (V_o - V_f) / V_o$ ;

б -  $K = (V_o - V_f) / V_f$ ;

в -  $K = (V_o - V_f) / (V_o + V_f)$ .

**Контраст по цвету** ( цвет к цвету) это сочетание любых чистых цветов в их предельной насыщенности.

Для создания контраста по цвету нужно, по крайней мере, три чистых и достаточно удаленных друг от друга цвета.

Яркие цвета, полученные без помощи черной или белой красок, называются **чистыми цветами**.

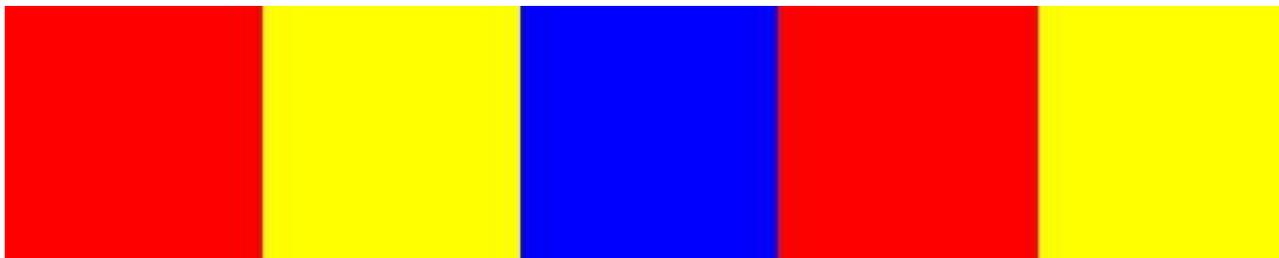
Желтый, красный, голубой и зеленый — это чистые цвета.

Цвета, полученные при смешении чистых цветов с черным цветом, называются цветными тенями. Темно-коричневый цвет — это цветная тень.

Цвета полученные при смешении их с белым цветом, называются оттенками. Розовый цвет, цвет слоновой кости — это оттенки.

Цвета полученные при смешении чистых цветов с черным и белым, называются тонами. Рыжевато-коричневый, цвет беж и серый — это тона.

**Самый сильный** контраст по цвету дают три основные цвета: красный, синий и желтый.



**38. Минимальный яркостный контраст получается при использовании:**

**а - белого и черного цветов;**

**б - красного и черного цветов**

**в - синего и красного цветов;**

**г - белого и желтого цветов.**



К до 20% - низкий; К до 50% - средний; К более 50% - высокий;

Различают два вида контраста: **прямой контраст** ( $K_p$  предмет темнее фона) и **обратный контраст** ( $K_o$  предмет ярче фона).

Количественно величина контраста оценивается как отношение разности в яркости предмета и фона к большей яркости:

$$K_p = \frac{B_\phi - B_p}{B_\phi} \quad K_o = \frac{B_p - B_\phi}{B_p}$$

где  $B_\phi$  и  $B_p$  – соответственно яркость фона и предмета.

Оптимальная величина контраста должна лежать в пределах 0,60–0,95, то есть

$$0,6 \leq (K_p, K_o) \leq 0,95$$

Работа при прямом контрасте является более благоприятной, чем работа при обратном контрасте.

**39. Различают прямой и обратный вид контраста:**

если объект темнее фона, контраст называют ..., если ярче фона — ...:

а - прямой ... обратный;

б - обратный ... прямой;

в - «а» и «б»;

г - нет такого понятия.

**Время, необходимое для возникновения зрительного ощущения,** зависит от яркости объекта и длины волны, и в среднем, колеблется от **0,025 до 0,1 сек**

**Чтобы действительно видеть, особенно при визуальном контроле ответственной продукции, недостаточно только видеть, но надо понимать, что видишь. Иначе возникает обман зрения.**

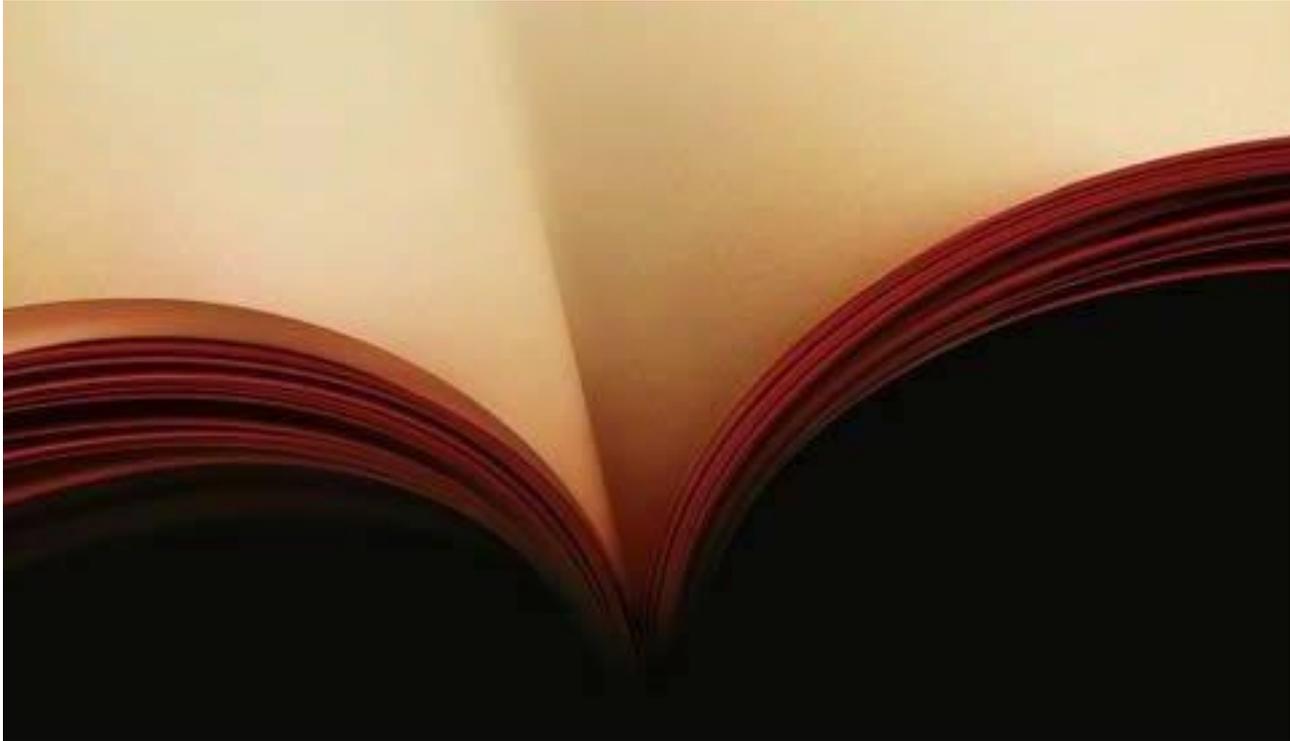
**Обман зрения** – *недостовверное зрительное восприятие* - какой-либо картинки, неправильная оценка длины отрезков, цвета видимого объекта, величины углов и др.

Причины подобных ошибок состоят в особенностях физиологии нашего зрения, а также в психологии восприятия. Иногда иллюзии могут приводить к абсолютно неправильным количественным оценкам конкретных геометрических величин.

**Оптическая иллюзия (зрительная иллюзия)** — *ошибка в зрительном восприятии,* вызванная неточностью или неадекватностью процессов неосознаваемой коррекции зрительного образа, а также физическими причинами.

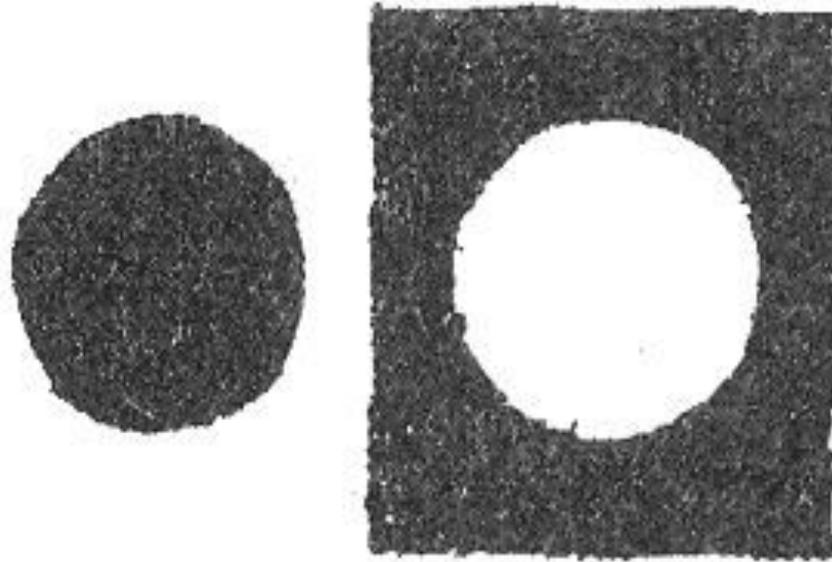


Приглядитесь, а что Вы видите на следующей картинке?



При правильной постановке задачи на поиск изображения  
- это на самом деле изображение раскрытой книги.

## Иррадиация зрения



Явление кажущегося увеличения размеров белых (светлых) элементов изображения на черном (темном) фоне (при сравнительно большой яркости белого элемента) или, наоборот, **кажущееся уменьшение размеров объектов на белом фоне.**

**Поэтому лучше использовать белый цвет мела на темной доске в аудитории, чтобы обучаемые лучше различали все надписи, сделанные преподавателем при чтении лекции.**

40. Иррадиация зрения проявляется в том, что светлые пятна на темном фоне кажутся ... по сравнению с такими же по размерам темными пятнами на светлом фоне:

а - большими;

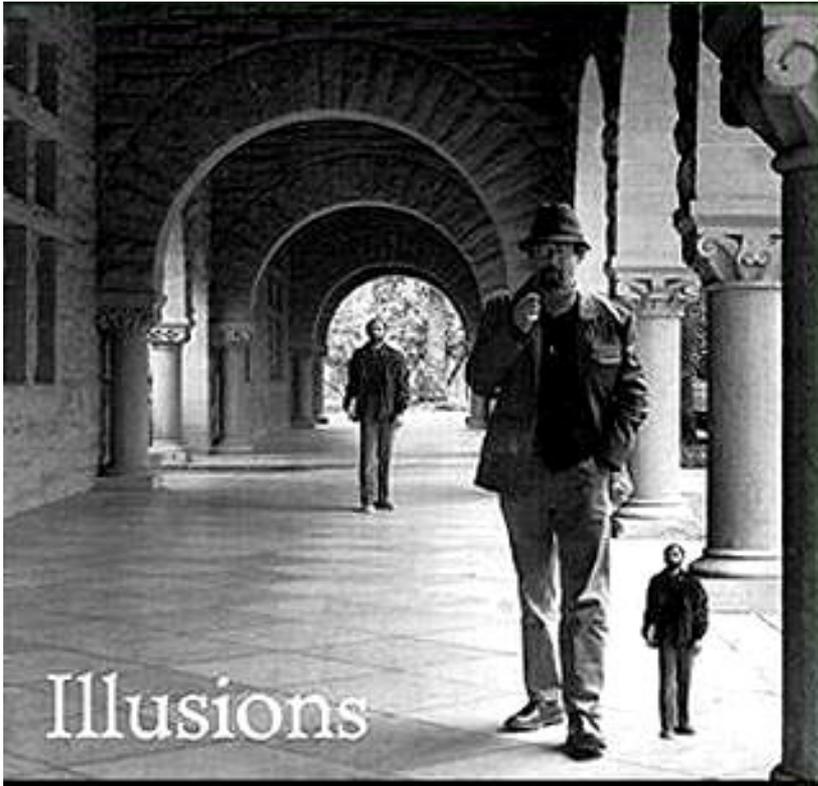
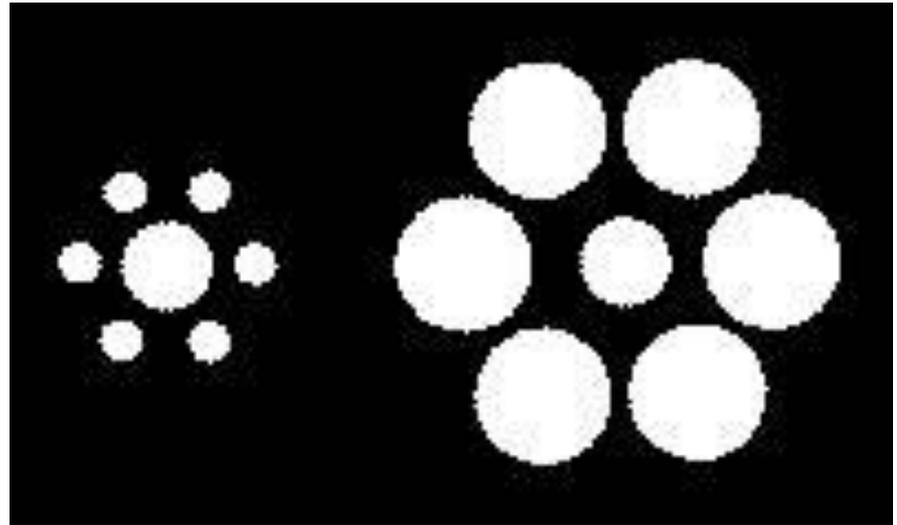
б - меньшими;

в - окантованными цветными линиями;

г - варианты: а, б, в.

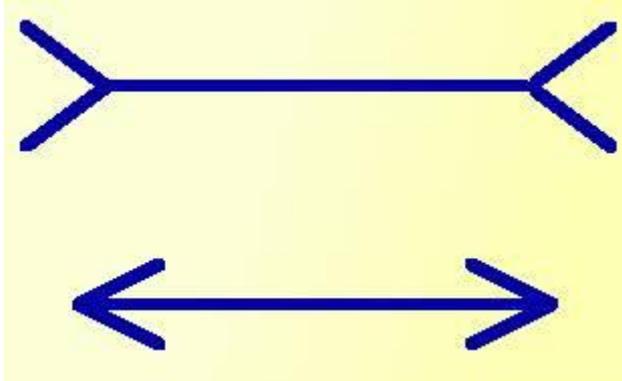
## Картинки обмана зрения: размер

Какой из кругов, расположенных по  
середине, больше?



Какой из двух людей выше: карлик  
на переднем плане или человек,  
идуший позади всех?

## Картинки обмана зрения: размер



На рисунке изображены два отрезка. Какой из них длиннее?

Один из видов иллюзий зрения – это парейдолии.

Парейдолии представляют собой иллюзорное восприятие конкретного объекта.

здание Центра международной торговли в огне. Очень многие могут рассмотреть на ней страшное лицо дьявола.



**YELLOW BLUE ORANGE**  
**BLACK RED GREEN**  
**PURPLE YELLOW RED**  
**ORANGE GREEN BLACK**  
**BLUE RED PURPLE**  
**GREEN BLUE ORANGE**

Посмотрите на следующую картинку и быстро скажите какого цвета каждое слово.

Почему это так трудно? Дело в том, что одна часть мозга пытается прочитать слово, а другая воспринимает цвет.

Между раздражением и ощущением, нет однозначной и неизменной связи. Значит, недостаточно иметь глаза и воспринимать на их сетчатке изображение, но **необходимо еще провести некоторую переработку раздражения в мозге.**

При проведении ВИК **чтобы действительно увидеть дефект, нужно поставить зрительную задачу – какой дефект нужно увидеть.**

Правда, эта умственная переработка информации происходит очень быстро и так привычна, что человек ее обыкновенно не замечает.

**Но если зрительное восприятие происходит в непривычных условиях или при обстоятельствах, когда человек не успевает правильно оценить то, что находится в поле зрения глаз, то он или не воспринимает изображение, или обманывает себя относительно того, что рассматривает.**

Исследования процессов опознания разных по свойствам зрительных изображений у человека показали, что его **зрительная система (глаз-мозг) при опознании работает быстро и удачно только тогда, когда он тренировался в поиске и расшифровке интересующих его изображений**. Если же задачи поиска и опознания непривычны для него, то он почти всегда решает их неудачно.

**Главный вывод – нужно постоянно тренировать своё зрение на поиск дефектов в выбранном объекте контроля. Нужен опыт работы по ВИК!**