ПВиПИ

Тема 2

(п.2.8. Зрительные ощущения)

2.8. Зрительные ощущения

Зрительный анализатор человека является важнейшей сенсорной системой. Через зрение человек получает более 90 % информации из окружающего мира.

Важность и значимость зрительного анализатора подтверждается на биологическом уровне тем, что в обработке визуальной информации участвует примерно половина коры головного мозга.

На поведенческом уровне значение зрительного анализатора показывают различные эксперименты.

Например, в эксперименте испытуемому предлагалось рассматривать через специальную линзу и одновременно ощупывать предмет, имеющий форму квадрата. Линза была сделана так, что искажалось восприятие высоты и квадрат превращался в прямоугольник.

Испытуемый должен был определить форму предмета. При этом возникали противоречия между информацией, которую давал зрительный и тактильный анализатор.

Но все испытуемые называли предмет прямоугольным, руководствуясь данными именно зрительного анализатора. Иными словами, *зрение в этом эксперименте явно доминировало над*

2.8. Зрительные ощущения

Явление, при котором предмет воспринимается на ощупь таким, каким он видится называется «зрительным пленом».

Когда человек находится в зрительном плену, его восприятие соглашается со зрительным образом предмета даже тогда, когда другая сенсорная информация противоречит этому.

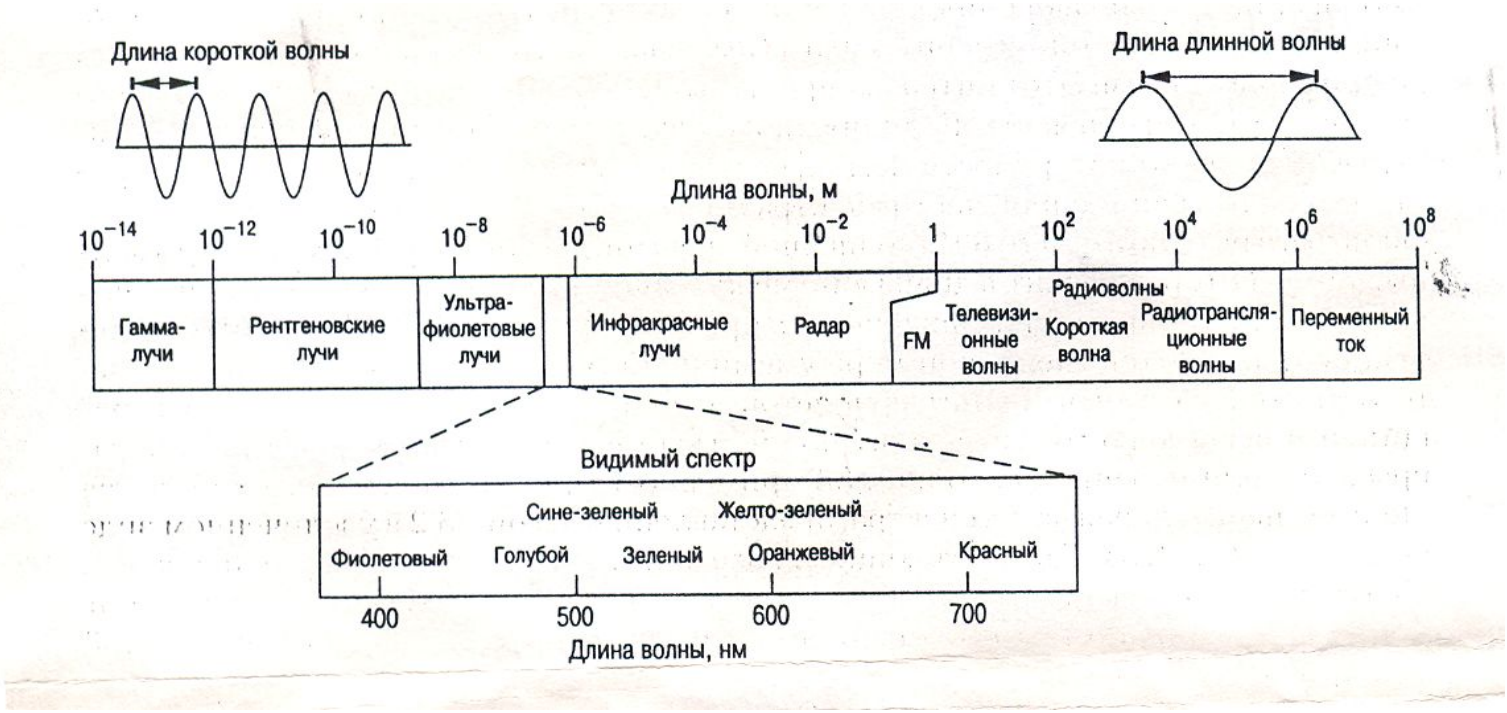
Это объясняется тем, что в ходе эволюции для выживания человека зрение имело решающее значение.

2.8. Зрительные ощущения

Физическим раздражителем для зрительной системы является свет. **Свет** это электромагнитные волны, несущие энергию, которая выделяется в виде непрерывного потока отдельных частиц – фотонов. Следовательно, свет характеризуется как длинной волны, так и интенсивностью.

Электромагнитные излучения занимают широкий диапазон длин волн от 10^{-14} до 10^{8} м. (рис. 2.5)

2.8. Зрительные ощущения

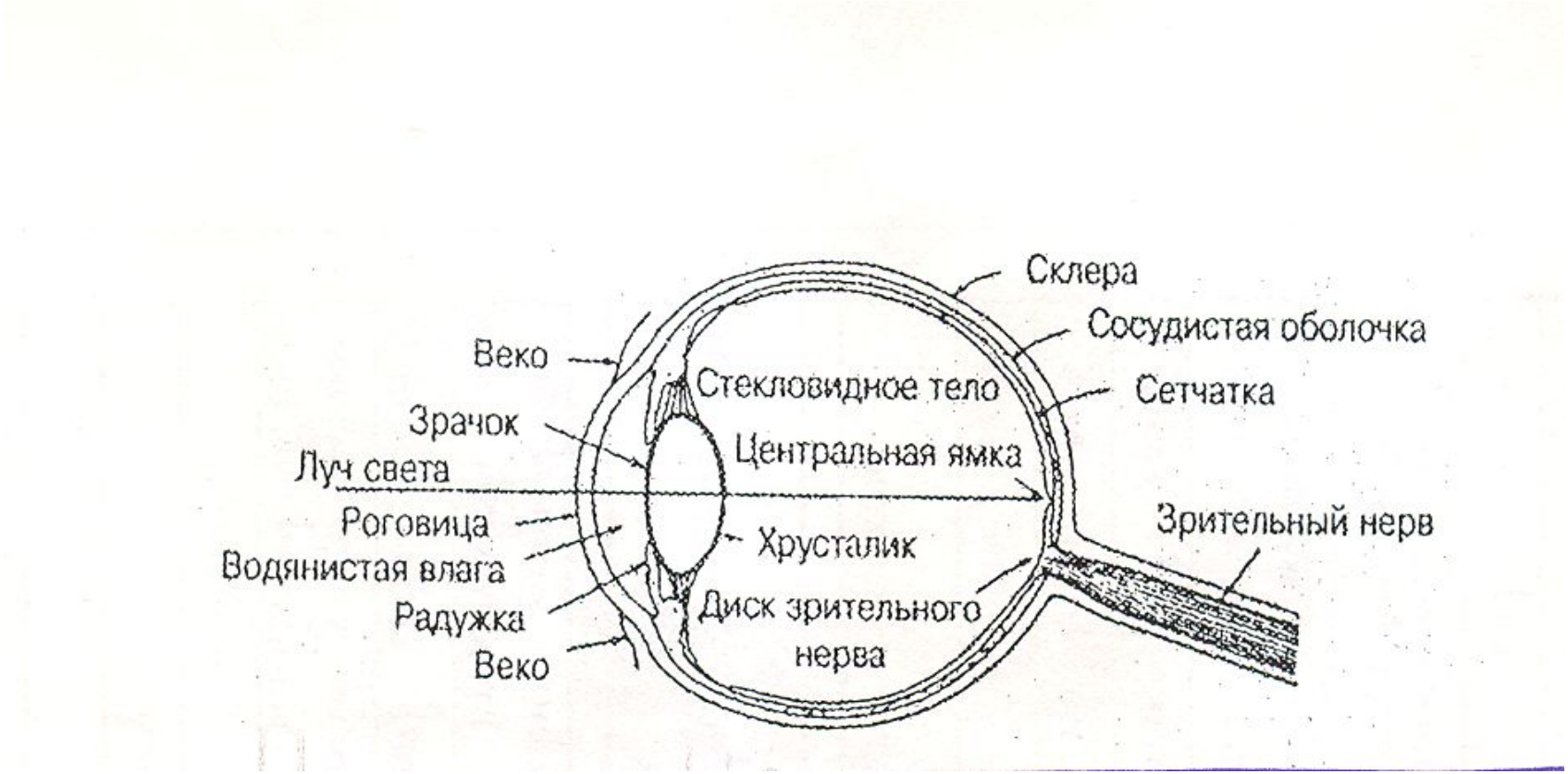


Зрение человека воспринимает только очень небольшую часть всего спектра электромагнитных волн примерно от 380 до 760 нм, что составляет примерно 1/70 спектра. 1 нм = 0,000000001 м.

Рис. 2.5. Спектр диапазона электромагнитных излучений

2.8.1. Строение и функционирование зрительного анализатора

Рецептор зрительного анализатора ***– глаз человека*** -имеет следующее строение:



2.8.1. Строение и функционирование зрительного анализатора

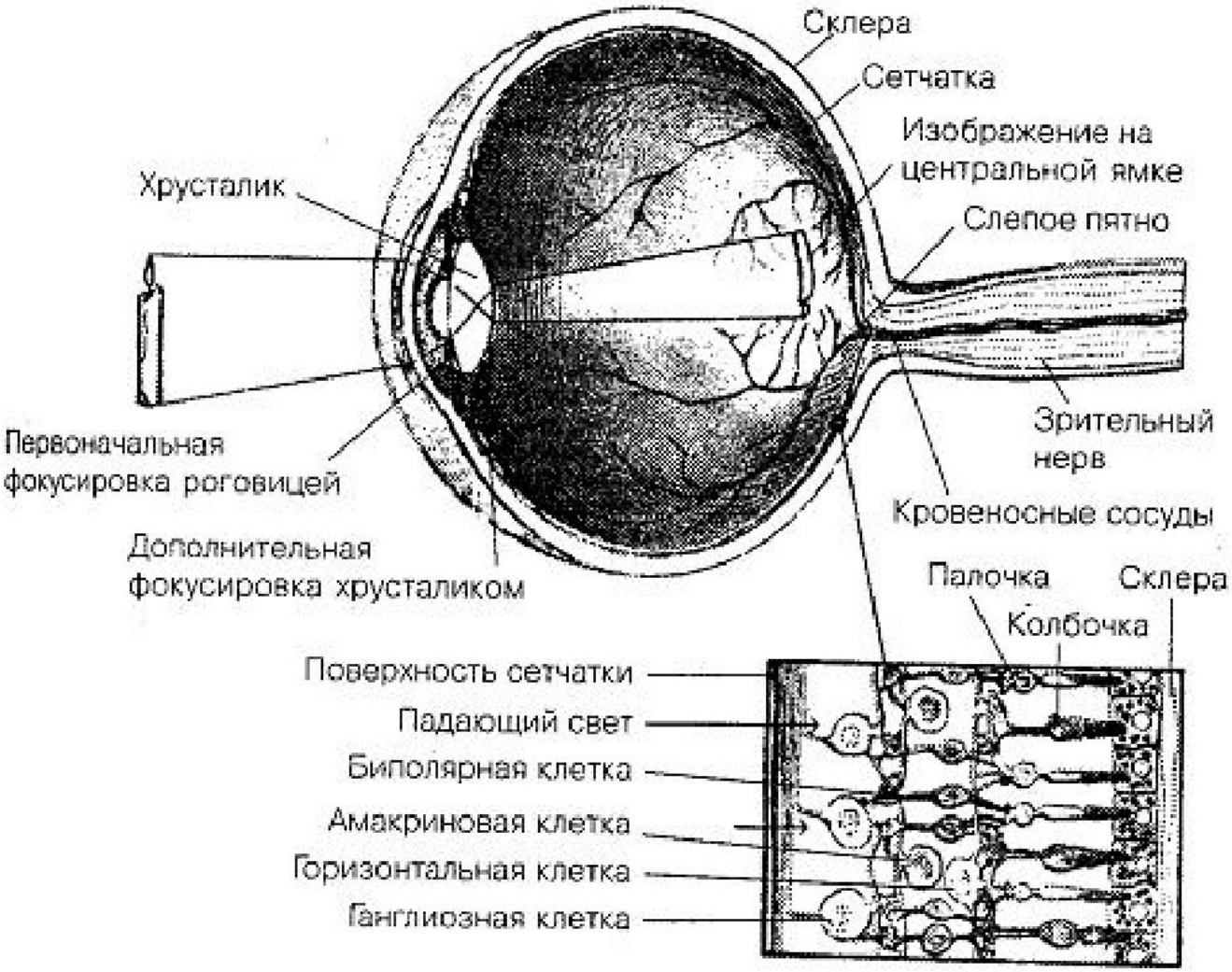
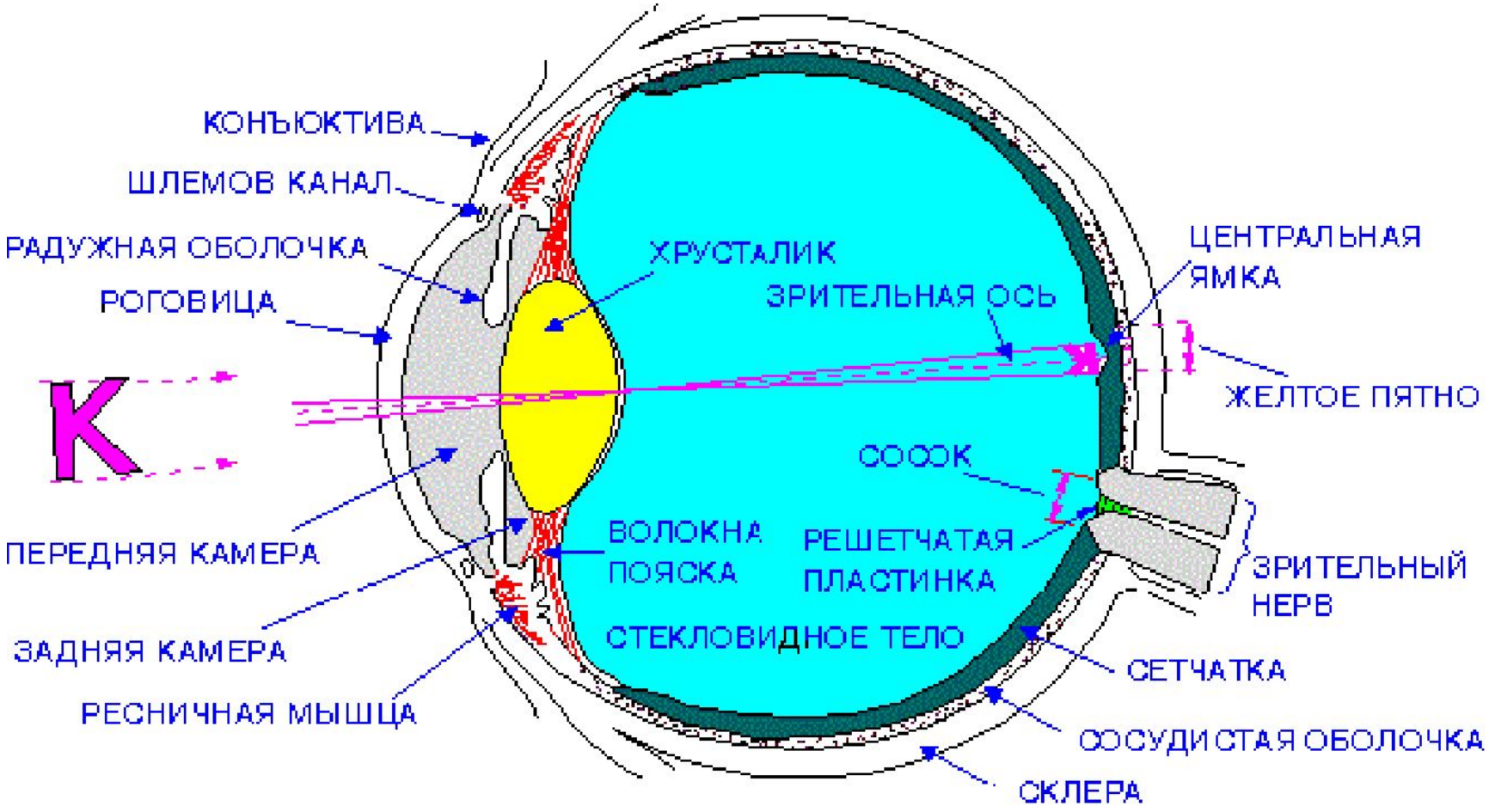
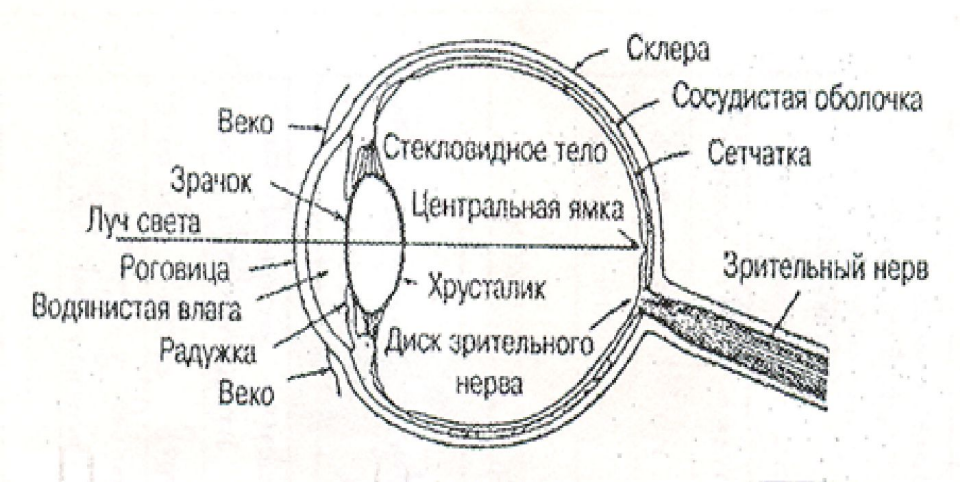


Рис. 1 *Рецепторы зрительных ощущений*

2.8.1. Строение и функционирование зрительного анализатора



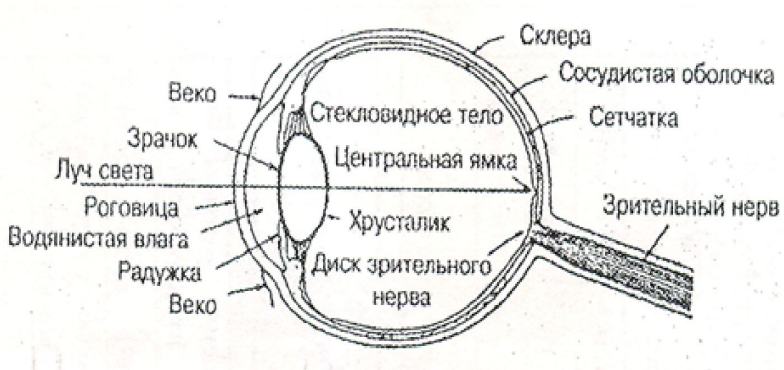
2.8.1. Строение и функционирование зрительного анализатора



Глазное яблоко имеет сферическую форму, его диаметр примерно 20 мм. Снаружи оно покрыто белой, непрозрачной оболочкой толщиной около 1 мм, – склерой. На передней поверхности глаза склера переходит в прозрачную мембрану – роговицу.

Роговица и хрусталик фокусируют попадающий в глаз свет на сетчатке, выстилающей заднюю поверхность глазного яблока. Светочувствительные рецепторы сетчатки превращают энергию света в нейронный импульс, который передается дальше в зрительную систему по волокнам зрительного нерва.

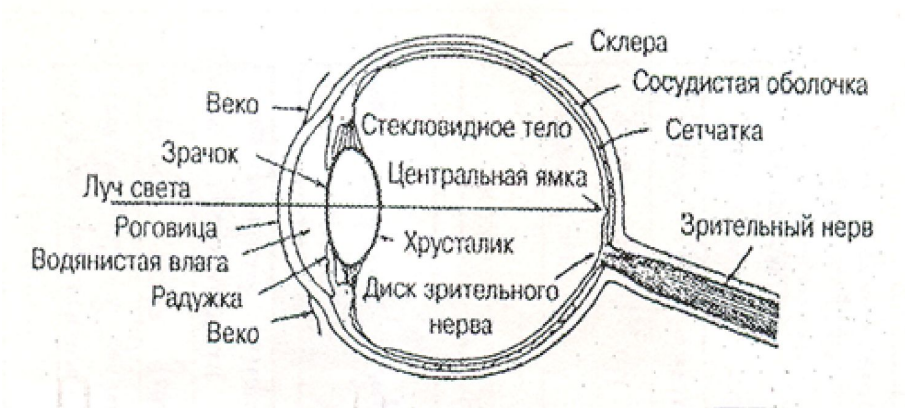
2.8.1. Строение и функционирование зрительного анализатора



участок выхода зрительного нерва из глаза называется *диском зрительного нерва*. Маленькое углубление в сетчатке – *центральная ямка* – является областью самого острого зрения. Остальная часть сетчатки, периферическая сетчатка, наилучшим образом функционирует при низких уровнях освещенности.

Вторая глазная оболочка – сосудистая – ее толщина около 0,2 мм, состоит преимущественно из кровеносных сосудов, питающих глаз, и имеет темный цвет (что уменьшает отражение световых лучей внутри глаза и предотвращает получение нечеткого изображения).

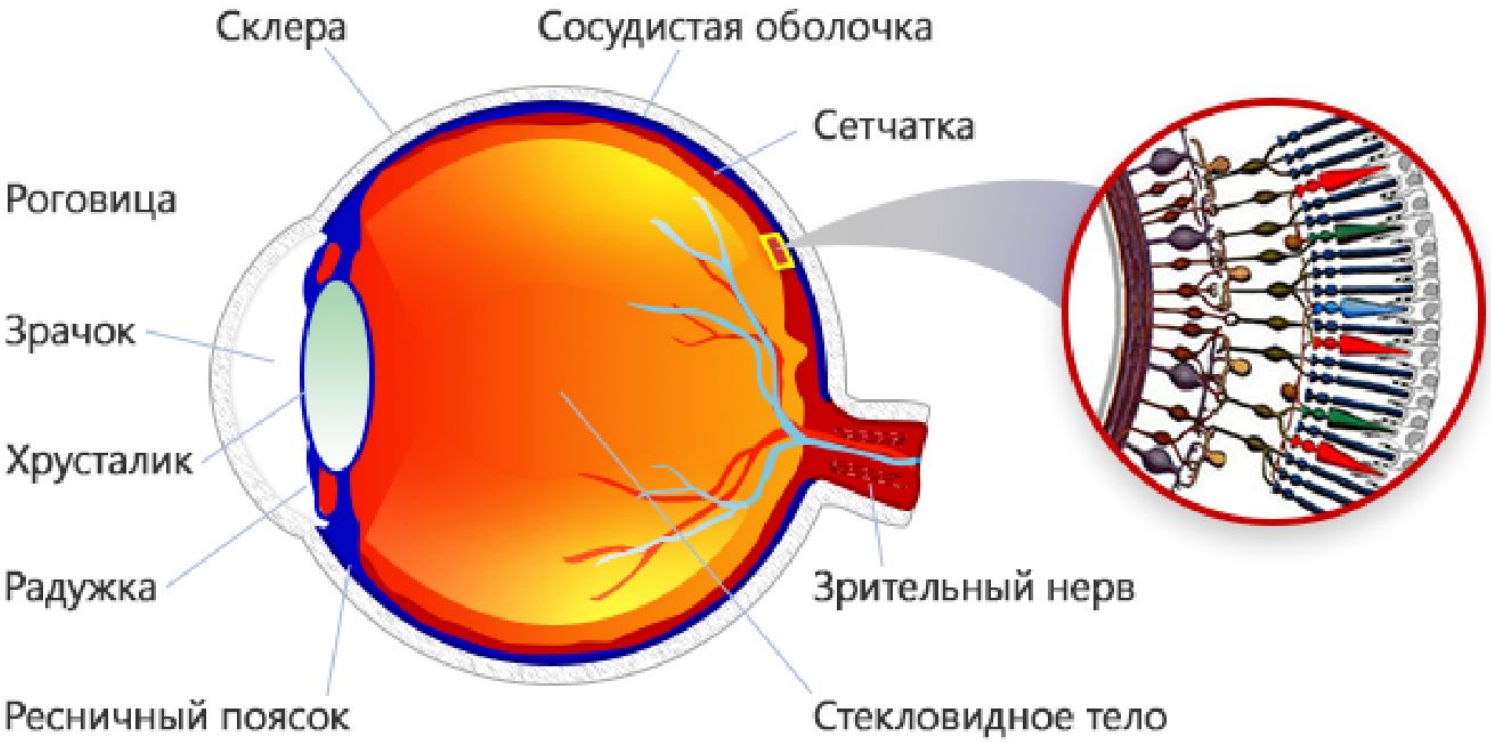
2.8.1. Строение и функционирование зрительного анализатора



Самая передняя часть сосудистой оболочки – это окрашенный концентрический диск, который называется радужкой (или радужной оболочкой глаза). *Радужка каждого человека имеет более 250 отличительных признаков, свойственных только ему одному, которые являются уникальными и стабильными. Поэтому ее используют для опознания и идентификации личности, что существенно лучше, чем использование дактилоскопии (отпечатков пальцев).*

Зрачок – это окруженное радужкой круглое черное отверстие. При сильном освещении – зрачок сужается, при слабом – расширяется, в результате его диаметр может колебаться от 2 до 9 мм.

2.8.1. Строение и функционирование зрительного анализатора



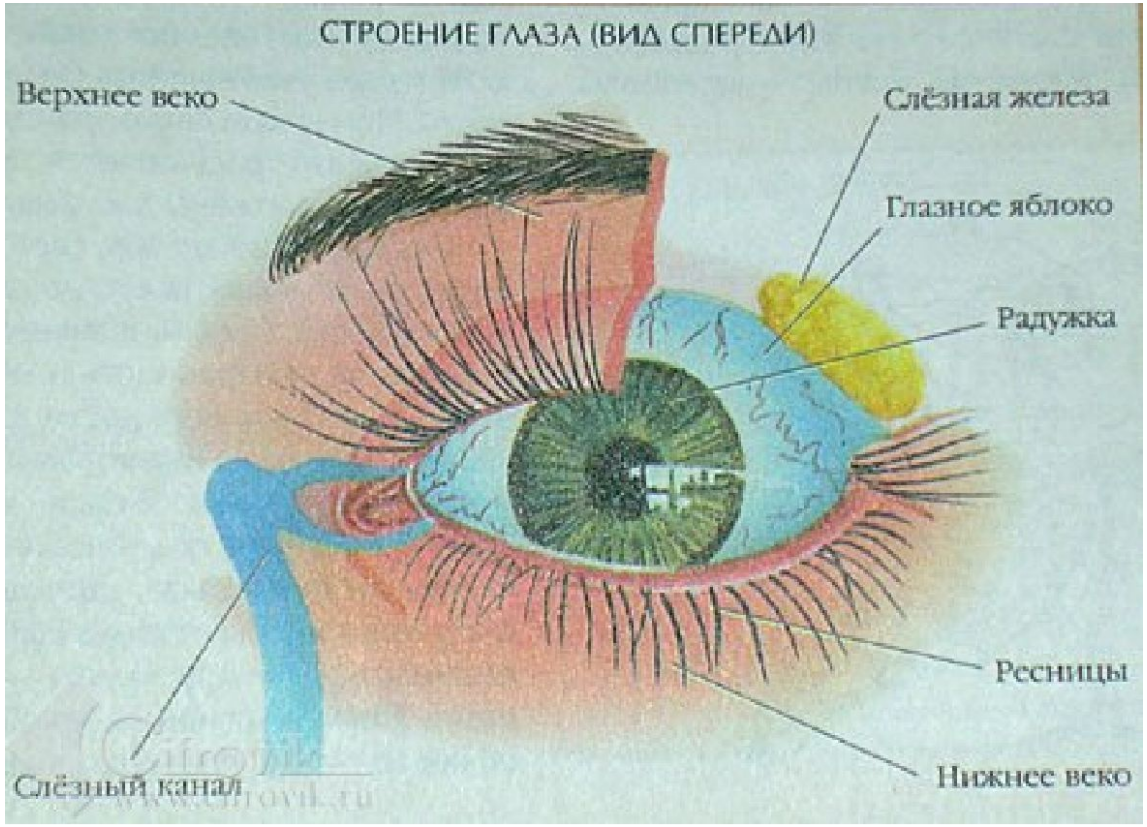
Зрачок реагирует на изменение освещенности рефлекторно. Поступающий в глаза яркий свет вызывает рефлекс Витта (описан физиологом Робертом Виттом в 1751 г.), реагируя на яркий свет, зрачок мгновенно сужается. Данный рефлекс имеет большое значение в диагностике заболеваний ЦНС. Отсутствие у человека рефлекса Витта может свидетельствовать о нервном заболевании.

Рефлекс Витта определяет также «эффект красных глаз», который возникает при фотосъемке с использованием фотовспышки. При этом наблюдается свечение глаз.

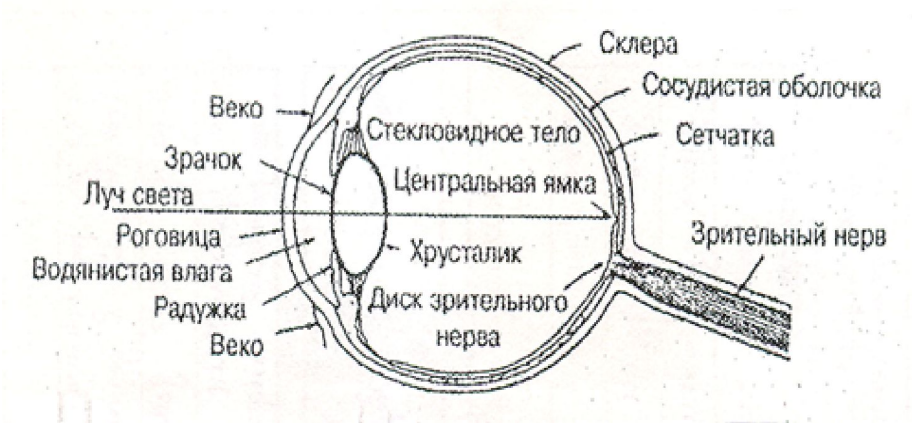
Эффект возникает при слабом освещении, когда зрачки сильно расширены. Хотя зрачок реагирует на вспышку достаточно быстро (250-500 мс), он не успевает эффективно сузиться и значительная часть световой энергии, отражаясь от сосудистой оболочки, возвращается обратно через широко расширенный зрачок, вызывая свечение глаз.

Существующие приспособления, снижающие *«эффект красных глаз»* основаны на подаче второй – «*предупредительной*» вспышки, которая предшествует основной вспышке, обеспечивающей экспозицию пленки.

2.8.1. Строение и функционирование зрительного анализатора



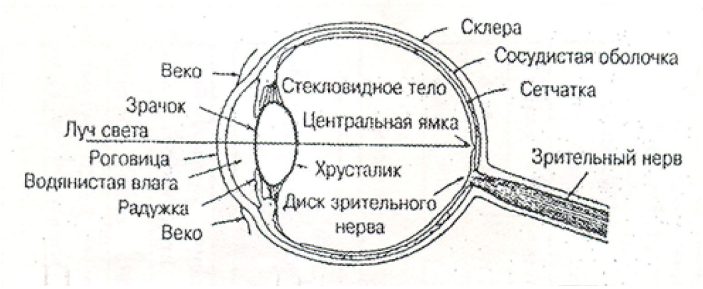
2.8.1. Строение и функционирование зрительного анализатора



Хрусталик разделяет глаз на две неравные по объему камеры – меньшую переднюю, наполненную водянистой жидкостью, и большую заднюю, заполненную желеобразным протеином, называемым стекловидным телом.

Мышца, которая называется ресничной, соединена с хрусталиком и регулирует его кривизну (выпуклость), обеспечивая тем самым изменение фокусного расстояния хрусталика, который является своеобразной линзой, фокусирующей световые лучи на сетчатке.

2.8.1. Строение и функционирование зрительного анализатора

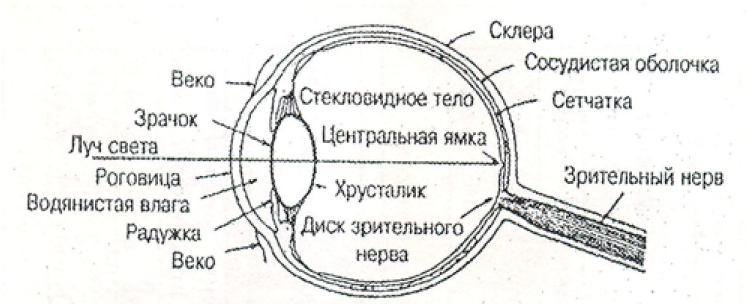


Через хрусталик свет попадает на сетчатку, расположенную на задней внутренней поверхности глазного яблока, содержащую фоторецепторы– *палочки и колбочки*, названные так за их специфическую форму.

Палочки (их число 120-130 миллионов) расположены на периферии сетчатки, они приспособлены для работы при слабом освещении и создают черно-белую картину мира.

Колбочки имеют наибольшую чувствительность в условиях дневного освещения и обеспечивают цветовое зрение. Их число 6-8 миллионов, они сконцентрированы в маленькой ямке (углублении диаметром около 1 мм), которое называется центральной ямкой. Центральная часть сетчатки, куда входит и центральная ямка называется «желтым пятном».

2.8.1. Строение и функционирование зрительного анализатора



Диск зрительного нерва, т.е. место из которого выходит зрительный нерв не имеет фоторецепторов и образует так называемое слепое пятно глаза.

Глаза человека находятся в углублениях черепа и способны двигаться. Их движением управляют три пары мышц, называемых глазодвигательными или окуломоторными мышцами.

Движения глаз позволяют удержать на сетчатке изображения двигающихся объектов – следить за ними, плавно переводя взгляд, не поворачиваясь и не поворачивая головы.

Без автономных движений глаз точность, быстрота и общая эффективность получения человеком информации об окружающем мире значительно снизилась бы.

2.8.1. Строение и функционирование зрительного анализатора

Возможность четко и ясно видеть объекты, находящиеся на различных расстояниях обеспечивает механизм аккомодации.

Аккомодация – *это динамический и автоматический механизм изменения формы хрусталика (его кривизны) для четкого фокусирования изображения на сетчатке глаза.* При рассмотрении удаленных предметов хрусталик растягивается и становится более плоским, а расположенных вблизи – сужается и становится более сферическим.

Возможности аккомодации не беспредельны. Она позволяет четко рассматривать объекты, находящиеся на расстоянии, превышающем ближайшую *точку ясного видения (≈ 15 см).*

2.8.1. Строение и функционирование зрительного анализатора

Аккомодационная система человека формируется в младенчестве. *Новорожденный (до 1 мес.) видит только те предметы, которые расположены на расстоянии примерно 19 см, остальные размыто и нечетко. Но уже в течение второго месяца жизни формируются аккомодационные механизмы и к девяти неделям аккомодационная система ребенка функционирует так же, как у взрослого.*

Способность человеческого глаза к аккомодации с годами уменьшается, что вызывает **пресбиопию** – старческую дальнозоркость. Она вызвана тем, что с возрастом хрусталик твердеет и теряет эластичность.

2.8.1. Строение и функционирование зрительного анализатора

Существует и другое нарушение механизмов аккомодации – **миопия или близорукость**. Ею страдает примерно 25 % всего взрослого населения.

Миопия – *это неспособность хрусталика фокусировать лучи, отраженные от удаленных предметов.* Она обычно является врожденной и передается по наследству. Причина миопии – *изменение формы глазного яблока (его удлинение) или аномальная форма роговицы и хрусталика.*

В настоящее время возможна хирургическая коррекция близорукости с помощью лазера.

2.8.1. Строение и функционирование зрительного анализатора

Следует заметить, что близорукость может быть и не врожденной, а приобретенной вследствие выполнения в детстве работы, где требуется рассматривать объекты с близкого расстояния (например, при обучении чтению).

Дальнозоркость и близорукость являются аномалиями **рефракции**, т.е. *механизма преломления световых лучей в оптической системе глаза.*

Существуют и другие нарушения рефракции. К ним относятся аберрация хрусталика и астигматизм.

Аберрация хрусталика – *это неравномерное преломление световых лучей в точках, находящихся на различном удалении от центра хрусталика. Такую* аберрацию называют сферической.

Когда хрусталик по разному преломляет световые волны различных цветов это называют хроматической аберрацией.

В результате таких аберраций изображение на сетчатке бывает нечетким, «прозрачным».

Астигматизм – *это аномалии преломления вызванные несимметричностью роговицы или хрусталика и нарушениями их геометрической формы.*

В большинстве случаев астигматизм связан с тем, что кривизна роговицы по горизонтали меньше кривизны по вертикали. В результате вертикальные линии воспринимаются четко, а горизонтальные кажутся разными.

Астигматизм корректируется очками со специальными линзами.

2.8.2. Чувствительность зрительного анализатора

Зрение человека имеет очень высокую чувствительность.

Экспериментально установлено, что абсолютный порог светового ощущения лежит в пределах 5-14 квантов световой энергии.

Помимо интенсивности стимула на абсолютный порог зрения оказывают влияние и другие факторы: *площадь стимулируемой поверхности сетчатки, длительность светового стимула и его длина волны, а также особенности того участка сетчатки, на который попадает проекция стимула.*

2.8.3. Восприятие прерывистого источника света

При определенных условиях прерывистый свет может восприниматься как непрерывный. *Например, свет испускаемый такими широко известными источниками как люминесцентные лампы, телевизионные экраны, кинопроекторы воспринимается нами как непрерывный и стабильный, хотя на самом деле это постоянно прерывающийся световой поток.*

Когда прерывистость ритмична, а частота вспышек достаточно высока, свет воспринимается как стабильный и непрерывный. Это происходит потому, что возникший зрительный образ сохраняется в течение какого-то времени после того, как физический стимул исчезает.

2.8.3. Восприятие прерывистого источника света

Минимальная частота вспышек источника света, при которой свет начинает восприниматься как непрерывный поток называется ***критической частотой мельканий (КЧМ) (или критической частотой слияния мельканий (КЧСМ)).***

КЧМ – это граница между восприятием мельканий и их слиянием.

КЧМ зависит от интенсивности стимула, она увеличивается с увеличением интенсивности. Однако выше определенной частоты она перестает зависеть от интенсивности.

2.8.3. Восприятие прерывистого источника света

$$КЧМ = f_{кр} = a + lg\ B\ ,$$

где ***a*** – константа, зависящая от размеров и конфигурации изображения объекта, а также от спектрального состава мелькающего изображения;

B – яркость изображения.

При обычных условиях наблюдения КЧМ = 20-25 Гц, при зрительном утомлении она понижается.

Когда в технических и информационных системах нужно сделать, чтобы мелькания не замечались, частота смены изображения должна быть больше 40 Гц.

2.8.4. Острота зрения

Острота зрения - *это показатель зрения, характеризующий способность различать мелкие детали или минимальное расстояние между двумя точками.*

Количественно острота зрения определяется минимальным углом, при котором две равноудаленные точки видные как раздельные, либо минимальным угловым размером предмета, который способен различать человек.

Острота зрения определяется с помощью набора изображений колец, имеющих узкие разрезы разной ширины (кольца Ландольта).

При нормальных условиях наблюдения острота зрения для большинства людей составляет 0,8'-1,2'

2.8.4. Острота зрения

Острота зрения равняется 1 (является нормальной), если человек различает объекты с угловым размером в 1 минуту. *Люди с нормальным зрением различают на расстоянии 100 м объекты с линейным размером в 3 см.*

Острота зрения определяется отношением

$$V = 1/\alpha ,$$

где α – минимальный угловой размер различаемого объекта (в угловых минутах).

В офтальмологии за нормальную остроту зрения принимают $V = 1.$

Остроту зрения оценивают с помощью колец Ландольта или таблиц Головина – Сивцова. Толщина и ширина разрыва кольца равна 1/5 его наружного диаметра.

2.8.4. Острота зрения

Рис.2.7. Таблица для определения остроты зрения.

2.8.4. Острота зрения

Острота зрения представляет собой нижний абсолютный или дифференциальный пространственный порог зрительного восприятия и характеризует предельные возможности человека.

Острота зрения может изменяться в довольно широких пределах в зависимости от ряда факторов: освещенности, яркости и контраста объекта, его формы и расположения в поле зрения.

2.8.4. Острота зрения

При различении черных объектов на белом фоне *(прямой контраст)* оптимальной считается освещенность 100-700 лк, а при различении белых предметов на черном фоне *(обратный контраст)* максимум остроты зрения наблюдается при освещенности 5-10 лк.

Острота зрения выше для протяженных объектов, чем для компактных, а также при восприятии целых фигур, чем их частей.

Острота зрения меняется в зависимости от расположения объекта на сетчатке, она максимальная в центральной ее части.

2.8.5. Роль движений глаз в зрительном восприятии

Благодаря *окуломоторным (глазодвигательным)* мышцам глаза практически рефлекторно совершают различные движения.

Эти движения позволяют направлять и фиксировать взгляд таким образом, чтобы образ визуального стимула оказывался на центральной ямке, где острота зрения наибольшая. Это позволяет не только фиксировать взгляд на определенном объекте, но и удерживать на центральной ямке проекции движущихся объектов.

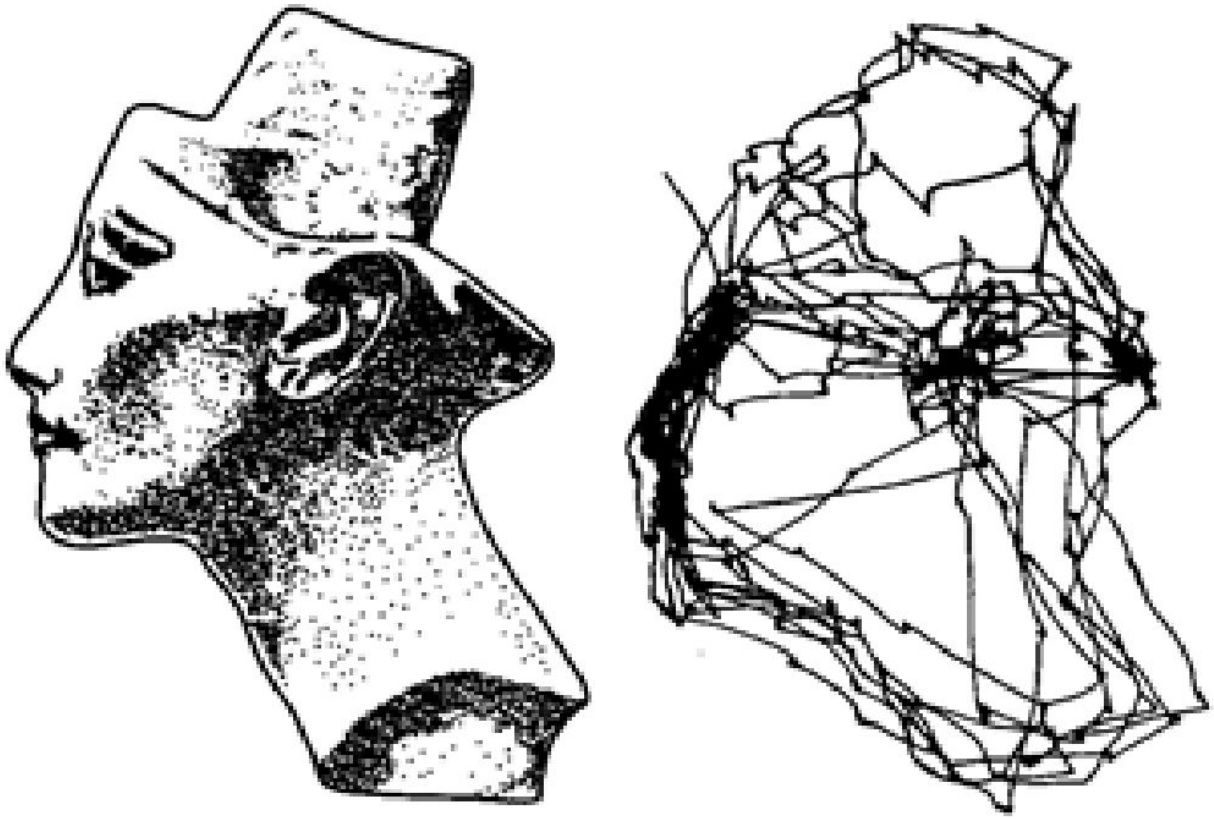
2.8.5. Роль движений глаз в зрительном восприятии

Известны различные типы движения глаз. Наиболее распространенным типом движения глаз являются **саккады** – *скачкообразные движения глаз наблюдателя быстро переводящего взгляд с одного предмета на другой.* Эти движения позволяют переносить взгляд на $3\text{-}20^0$ и более.

Саккады совершаются исключительно быстро, их количество составляет 1-3 в секунду, поэтому они занимают лишь 10 % общего времени видения.

Саккады используются преимущественно для обследования и изучения поля зрения.

2.8.5. Роль движений глаз в зрительном восприятии



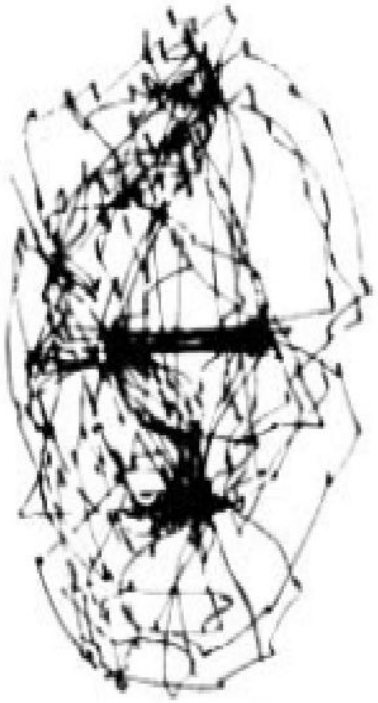
Рассматривание человеком головы Нефертити (по Ярбусу, 1965).

2.8.5. Роль движений глаз в зрительном восприятии

Очень велика роль саккад в процессе чтения. Алгоритм движения глаз во время чтения – это не плавное скольжение взгляда вдоль строчки, а серия саккад, чередующихся с паузами или фиксациями и некоторыми возвратными движениями, называемыми регрессиями. Сам процесс чтения происходит именно во время фиксаций, поскольку во время саккадического движения информация практически не воспринимается и острота зрения минимальна. Оптимальным объектом фиксации взгляда при чтении является слово, поэтому пробелы между словами играют важную роль. Если изъять пробелы и написать слова слитно, то это скажется отрицательно на программировании саккад и тактике чтения. В результате текст без пробелов будет читаться гораздо медленнее.

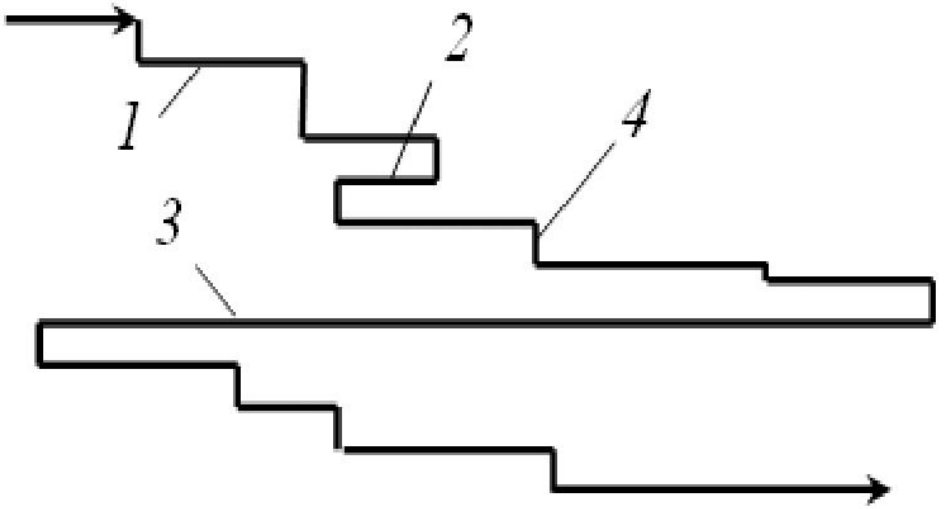
2.8.5. Роль движений глаз в зрительном восприятии

А



Б

Движения глаз подразделяют на плавные (следящие) и скачкообразные (саккады).



2.8.5. Роль движений глаз в зрительном восприятии

МАШИНА ЕДЕТ ПО ШОССЕ

НАУЛИЦЕСТЕМНЕЛО

СТУДЕНТЫСЛУШАЮТЛЕКЦИЮ

ДЕВУШКАРИСУЕТКАРТИНУ

Рисунок - Пробелы между словами и цветовое выделение влияют на стратегию считывания информации (определяют количество и места фиксаций глаз)

2.8.5. Роль движений глаз в зрительном восприятии

Другими типами движения глаз являются: *следящие движения, вестибуло-окулярные движения, микродвижения и вергентные движения.*

Следящие движения выполняются автоматически и возникают тогда, когда стимул находится в движении. В отличие от саккад – *это плавные и медленные движения.* Обычно их цель – слежения за объектом, перемещающимся на неподвижном фоне.

Следящие движения обеспечивают относительную стабилизацию образа стимула на сетчатке, что способствует более четкому восприятию его формы.

2.8.5. Роль движений глаз в зрительном восприятии

Вестибуло-окулярные движения – *это компенсаторные движения, позволяющие сохранить первоначальное положение глаз при незначительных перемещениях головы или тела наблюдателя.*

Микродвижения глаз – *это рефлекторные трепороподобные движения глаз с небольшой амплитудой, которые совершаются во время фиксации глаз.* Если исключить полностью эти непроизвольные, мелкие движения глаз, то образ стимула на сетчатке начнет распываться и исчезнет (вследствие явления адаптации).

2.8.5. Роль движений глаз в зрительном восприятии

Вергентные движения проявляются значительно реже. *Они обеспечивают скоординированные движения обоих глаз. Такие движения смещают глаза по горизонтали, обеспечивают сведение и разведение зрительных осей (конвергенция и дивергенция) в результате чего оба глаза могут сфокусироваться на одном объекте.*

Кроме вышеназванных существуют и смешанные движения глаз.

В целом все типы движений глаз обеспечивают наилучшие условия для зрительного восприятия и представляют собой моторную деятельность, на которой базируется обработка визуальной информации.

2.8.6. Восприятие цвета

Цвет – это характеристический признак, который присущ буквально всем предметам и его восприятие имеет для человека большое значение. Благодаря цветам нам легче отличить одну поверхность от другой, они облегчают зрительное обнаружение предметов и их распознавание.

Восприятие цвета определяется прежде всего длинной волны света, стимулирующего зрительную систему. Следовательно, *говоря о «синем» или «красном» цвете мы имеем в виду воздействие на зрительную систему света с определенной длинной волны.*

2.8.6. Восприятие цвета

Цветоощущение – это совершенно субъективный результат воздействия на зрительную систему отраженного луча, принадлежащего к видимой части спектра и имеющего определенную длину волны. Цвет – это продукт деятельности зрительной системы, а не неотъемлемое свойства видимого спектра.

Цвет – это психическое явление (это ощущение), а не физический параметр. Однако существует тесная взаимосвязь между цветоощущением и физическими параметрами света.

2.8.6. Восприятие цвета

Таблица 2.3 - Соответствие длин волн и цветовых ощущений

Длина волны, нм	Цвет
380 – 450	**фиолетовый**
450 – 475	**синий**
475 – 505	**голубой**
505 – 550	**зеленый**
550 – 590	**желтый**
590 – 625	**оранжевый**
625 – 760	**красный**

Длины волн основных цветов спектра

2.8.6. Восприятие цвета

Ощущение цвета определяется тремя параметрами света: *длиной волны, интенсивностью и спектральной чистотой.*

Каждому из этих параметров соответствует свой особый психологический аспект ощущения цвета: *цветовой тон, яркость и насыщенность.*

Цветовой тон это то, что обычно называют цветом. Эти понятия можно считать синонимами.

2.8.6. Восприятие цвета

Яркость цвета – *это субъективное восприятие интенсивности.* Чем выше интенсивность, тем ярче кажется цвет. Правда, *при одной и той же интенсивности некоторые цвета, кажутся более яркими.* Например, желтый кажется ярче синего.

Насыщенность цвета - *это субъективное отражение спектральной чистоты света.* Свет с определенной длинной волны (монохроматический) является спектрально чистым и кажется очень насыщенным. Добавление к такому свету светового излучения с другой длиной волны уменьшает его чистоту и он начинает восприниматься как менее насыщенный.

2.8.6. Восприятие цвета

Таблица 2.4 - Связь между физическими и психологическими параметрами цвета

Физический параметр	**Психологический параметр**
Длина волны	Цветовой тон (цвет)
Интенсивность	Яркость
Спектральная чистота	Насыщенность

2.8.6. Восприятие цвета

Как правило, чистые цвета с одной длиной волны (*монохроматические цвета*) встречаются редко и только в лабораторных условиях.

В большинстве случаев воздействующий на глаз свет представляет собой смесь лучей с различной длины волны. *Смешение разных лучей не приводит к изменению их длин волн, но вызывает изменение цветоощущения.*

Цвета, которые ощущает человек, подразделяются на *ахроматические* и *хроматические*.

2.8.6. Восприятие цвета

Ахроматические цвета – *черный, белый и промежуточный между ними серый.* Они различаются только светлотой (яркостью), которая зависит от коэффициента отражения поверхности объекта.

Чем больше коэффициент отражения, тем светлее цвет. Например, писчая бумага имеет коэффициент отражения 0,65-0,85 (т.е. отражает от 65 % до 85 % падающего на нее света), а черная бумага, в которую заворачивают фотопленку – 0,04 (т.е. она отражает только 4% падающего на нее света).

2.8.6. Восприятие цвета

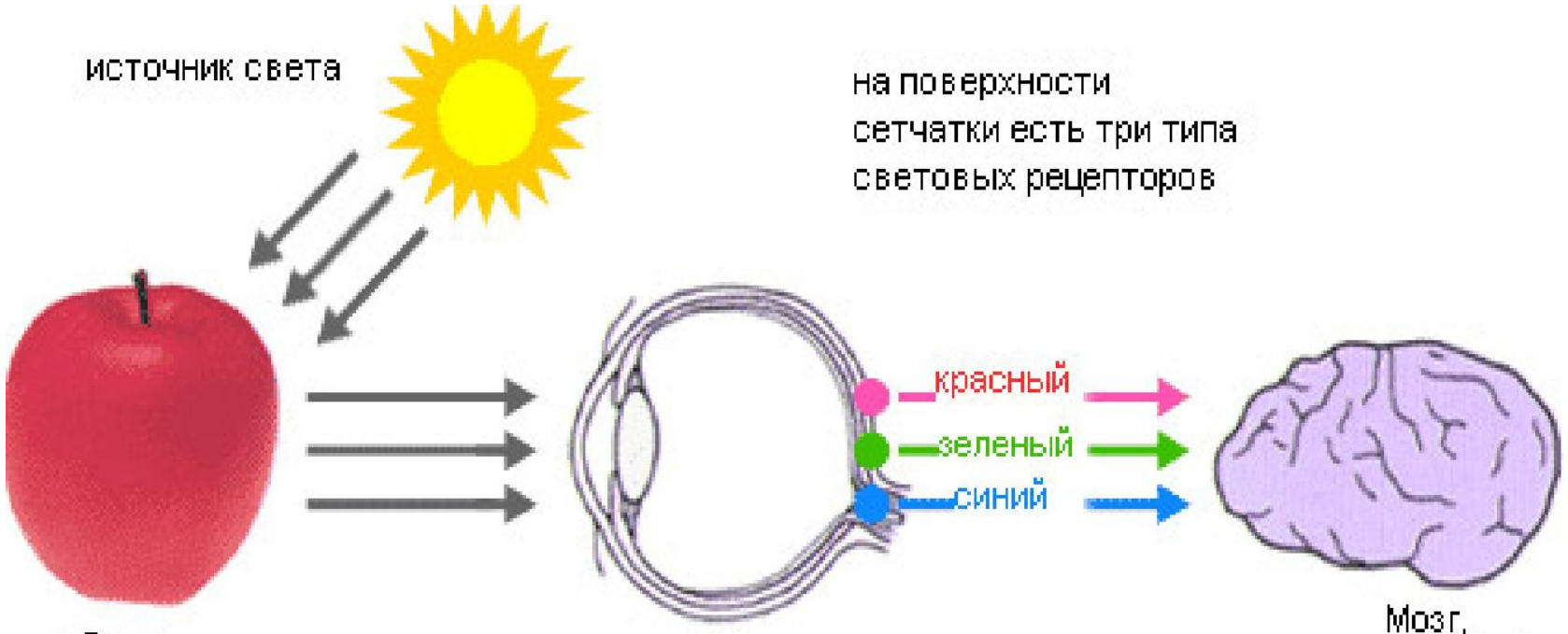
Ахроматические цвета воспринимают палочки, которые расположены по краям сетчатки. Палочки функционируют в любое время суток.

Колбочки расположены в центре сетчатки, они функционируют только при дневном свете и воспринимают хроматические цвета.

При слабом освещении колбочки прекращают свою работу и зрение осуществляется аппаратом палочек – человек видит в основном серый цвета. Поэтому ночью все предметы кажутся черными и серыми.

Хроматические цвета – *это все оттенки красного, оранжевого, желтого, зеленого, голубого, синего и фиолетового цветов.*

Схема формирования ощущения цвета



2.8.6. Восприятие цвета

Смешение цветов – *это получение качественно нового по субъективному восприятию цвета за счет совместного воздействия двух или более цветовых раздражителей.*

Исследование этого явления привело к выводу, что, смешивая цвета по определенным правилам, можно получить все цвета с помощью минимального числа исходных цветов.

Правила смешивания цветов впервые были сформулированы Н. Грассманом в 1853 г.

2.8.6. Восприятие цвета

Существуют две модели смешения цветов: *аддитивная* и *субстрактивная*. **При аддитивном смешении цвета смешиваются в зрительной системе человека.** *Такое смешение цветов можно достичь при быстром последовательном предъявлении цветов* ***(временное смешение),*** *также при воздействии одного цвета на правый глаз, а другого - на левый* ***(бинокулярное смешение).***

Аддитивная модель предполагает, что у каждого цвета есть свой *комплементарный цвет*, смешение с которым дает в результате белый или серый цвет. Пары таких цветов могут быть названы *«цветами-антагонистами»* поскольку они аннулируют влияние друг друга на зрительную систему.

2.8.6. Восприятие цвета

Если же смешать цвета, не являющиеся комплементарными друг другу, то получится цвет, который на цветовом круге расположен между ними. На цветовом круге цвета располагаются по возрастанию их длин волн.

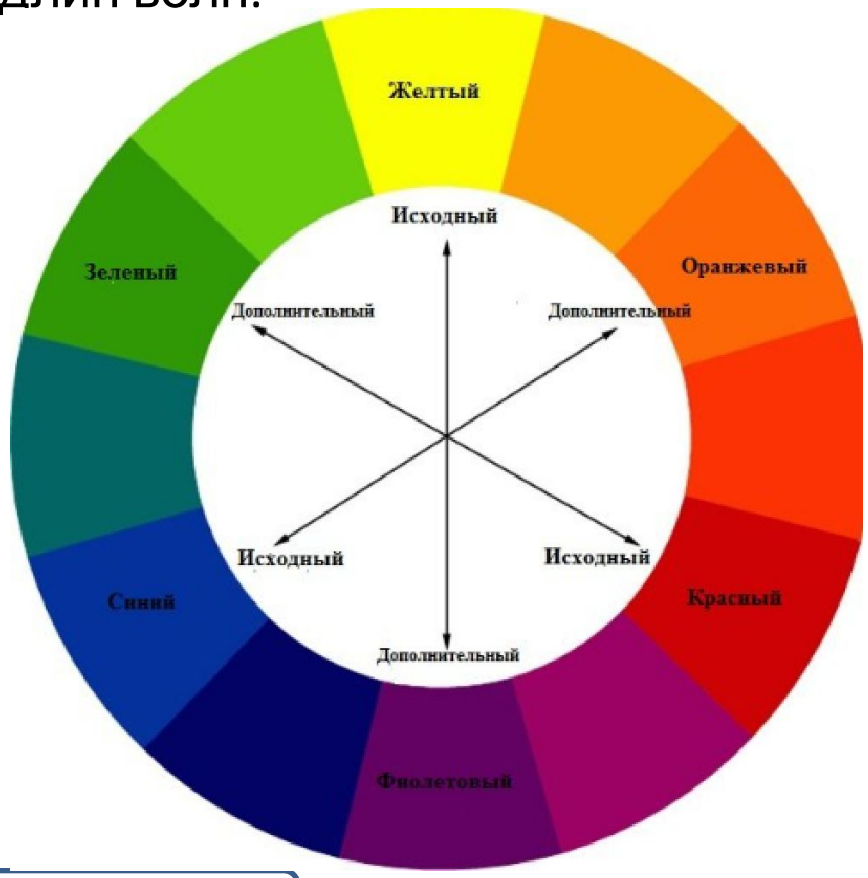


Рис.2.8. Цветовой круг

2.8.6. Восприятие цвета

Например, смесь полученная смешением равных количеств красного и зеленого цвета, воспринимается как желтый цвет.

Цвета, вызывающие одинаковые зрительные ощущения, но имеющие разную физическую природу, называются метамерами. В нашем примере метамерами являются желтый цвет и аддитивная смесь красного и зеленого цветов.

Аддитивные смеси могут быть двух и трех компонентными.

2.8.6. Восприятие цвета

При аддитивном смешении цвета смешиваются в зрительной системе человека.

Аддитивное смешение цветов используется в цветном телевидении, где экран – это мозаика близко расположенных друг к другу точек трех цветов – красного, зеленого и синего.

Цветное изображение возникает на экране благодаря тому, что у каждой точки своя цветовая интенсивность. Поскольку точки очень малы, их невозможно рассмотреть на расстоянии и у человека возникают различные цветоощущения, создающие цветной образ (картинку).

Дополнительная информация

Цветовой круг

Цветовой круг — способ представления непрерывности цветовых — способ представления непрерывности цветовых переходов, а также модели HSB — способ представления непрерывности цветовых переходов, а также модели HSB. Секторы — способ представления непрерывности цветовых переходов, а также модели HSB. Секторы круга окрашены в различные цветовые тоны, размещённые в порядке расположения цветов, причем пурпурный цвет связывает крайние (красный и фиолетовый) цвета.

Это своеобразное мнемоническоеЭто своеобразное мнемоническое правило, которое помогает ориентироваться в пространстве цветовЭто своеобразное мнемоническое правило, которое помогает ориентироваться в пространстве цветов, создавать нужный оттенокЭто своеобразное мнемоническое правило, которое помогает ориентироваться в пространстве цветов, создавать нужный оттенок в любой цветовой модели.

Первый цветовой круг появился вместе с ранними теориями цвета. Традиционный цветовой круг имел практическое применение в живописи и показывал, как взаимодействуют красители, первичными из которых были красный, жёлтый и синий (RYB). Цветовой круг RYB до сих пор изучается в теории цвета, используется художниками и дизайнерами при подборе цветовых схем. Сегодня помимо цветового круга RYB встречается другой вариант — цветовой круг RGB. В его основе лежит аддитивная модель образования цвета и первичные цвета красный, зелёный и синий. Цветовой круг RGB заметно отличается от круга RYB расположением дополнительных цветов. При этом оба круга широко используются на практике, и какая из моделей правильная - RGB или RYB, зависит от сферы применения.[1]

Наиболее распространён восьмисекторный цветовой круг. Он включает 7 цветов радугиНаиболее распространён восьмисекторный цветовой круг. Он включает 7 цветов радуги и пурпурныйНаиболее распространён восьмисекторный цветовой круг. Он включает 7 цветов радуги и пурпурный. Основными цветами в этом круге считают красныйНаиболее распространён восьмисекторный цветовой круг. Он включает 7 цветов радуги и пурпурный. Основными цветами в этом круге считают красный, жёлтыйНаиболее распространён восьмисекторный цветовой круг. Он включает 7 цветов радуги и пурпурный. Основными цветами в этом круге считают красный, жёлтый, зелёныйНаиболее распространён восьмисекторный цветовой круг. Он включает 7 цветов радуги и пурпурный. Основными цветами в этом круге считают красный, жёлтый, зелёный, синийНаиболее распространён восьмисекторный цветовой круг. Он включает 7 цветов радуги и пурпурный. Основными цветами в этом круге считают красный, жёлтый, зелёный, синий, и добавляют к ним четыре «промежуточных» цвета (оранжевыйНаиболее распространён восьмисекторный цветовой круг. Он включает 7 цветов радуги и пурпурный. Основными цветами в этом круге считают красный, жёлтый, зелёный, синий, и добавляют к ним четыре «промежуточных» цвета (оранжевый, голубойНаиболее распространён восьмисекторный цветовой круг. Он включает 7 цветов радуги и пурпурный. Основными цветами в этом круге считают красный, жёлтый, зелёный, синий, и добавляют к ним четыре «промежуточных» цвета (оранжевый, голубой, фиолетовыйНаиболее распространён восьмисекторный цветовой круг. Он включает 7 цветов радуги и пурпурный. Основными цветами в этом круге считают красный, жёлтый, зелёный, синий, и добавляют к ним четыре «промежуточных» цвета (оранжевый, голубой, фиолетовый и пурпурный). В цветовом круге на равном расстоянии друг от друга расположены чередующиеся первичные и вторичные цвета. Сложение двух первичных цветов даёт вторичный цвет, расположенный

Дополнительная информация

Аддитивное смешение цветов — метод синтеза цвета, основанный на сложении цветов непосредственно излучающих объектов.

Метод аддитивного смешения основан на особенностях строения зрительного анализатора человека, в частности на таком явлении как метамерияМетод аддитивного смешения основан на особенностях строения зрительного анализатора человека, в частности на таком явлении как метамерия. СетчаткаМетод аддитивного смешения основан на особенностях строения зрительного анализатора человека, в частности на таком явлении как метамерия. Сетчатка человеческого глаза содержит три типа колбочек, воспринимающих свет в фиолетово-синей, зелено-жёлтой и жёлто-красной частях спектра.

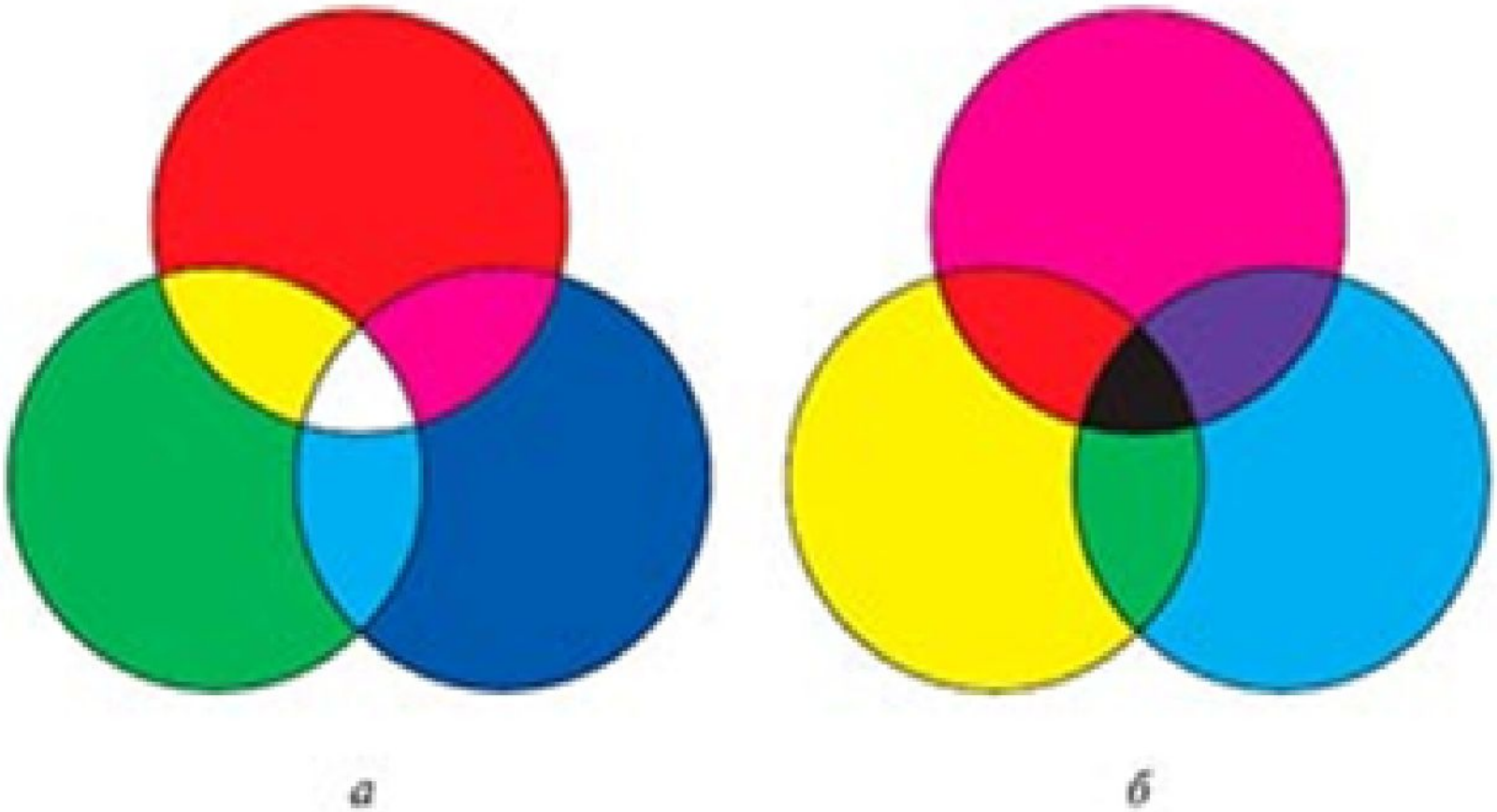
Стандартом для аддитивного смешения цветов является модель цветового пространства RGBСтандартом для аддитивного смешения цветов является модель цветового пространства RGB.

2.8.6. Восприятие цвета

Субстрактивное смешение цветов реализуется по-другому. Оно осуществляет смешение цветов до их попадания в зрительную систему. При этом происходит смешение красок на палитре, а затем окрашивание этой смесью какой-нибудь поверхности. Полученный в результате цвет поверхности зависит от соотношения исходных компонентов в смеси.

Смешение одних и тех же цветов аддитивным и субстрактивным путем дает неодинаковые результаты. Например, *аддитивное смешение* синего и желтого цвета вызывает ощущение серого цвета, а *субстрактивное смешивание красок* таких же цветов дает в результате ощущение зеленого цвета.

Аддитивное (а) и субстрактивное (б) смешение цветов



а б

2.8.6. Восприятие цвета

При аддитивном смешении цветов, последние взаимно дополняют друг друга и каждый «добавляет» в смесь свою доминирующую волновую длину. Когда такая смесь воздействует на глаз, нервная система суммирует индивидуальные нейронные эффекты каждого исходного цвета.

И. Ньютон и Г. Гемгольц установили законы аддитивного смешения цветов.

На основе работ И. Ньютона и Г. Гемгольца Г. Грассман сформулировал следующие основные законы смешения цветов.

2.8.6. Восприятие цвета

Первый закон. *Для каждого хроматического цвета имеется другой цвет, при смешении с которым получается ахроматический цвет. Такие пары цветов являются дополнительными.* К ним относятся: красный и индиго-синий; желто-зеленый и фиолетовый; зеленый и пурпурный.

Второй закон. *Смешивая два цвета, расположенные ближе друг к другу на цветовом круге, чем дополнительные, можно получить любой цвет, находящийся в спектре между ними. Результат будет определяться соотношением цветов в смеси.*

2.8.6. Восприятие цвета

Третий закон. *Две пары одинакового выделяющихся цветов дают при смешении одинакового выглядящий цвет независимо от различий физического состава смешиваемых цветов.* Так, серый цвет, полученный от смешения одной пары дополнительных цветов, ничем не отличается от серого цвета, полученного от любой другой пары.

Таким образом, все цветовые тона, включая нейтральные (т.е. чистые цвета), могут быть получены с помощью смешения трех основных цветов – красного, синего и зеленого.

2.8.6. Восприятие цвета

Глаз человека имеет неодинаковую чувствительность к световым лучам с различной длиной волны. Наибольшая чувствительность наблюдается в свету с длинной волны 555-565 нм (светло-салатовый цветовой тон).

В условиях сумерек чувствительность зрительного анализатора смещается в сторону более коротких волн – 500 нм (синий цвет). Эти лучи начинают казаться более светлыми (яркими).

Данное явление получило название эффект Пуркинье, по фамилии ученого, который его впервые описал. *Из-за данного эффекта летом в сумерках в поле мы видим только васильки.*

2.8.6. Восприятие цвета

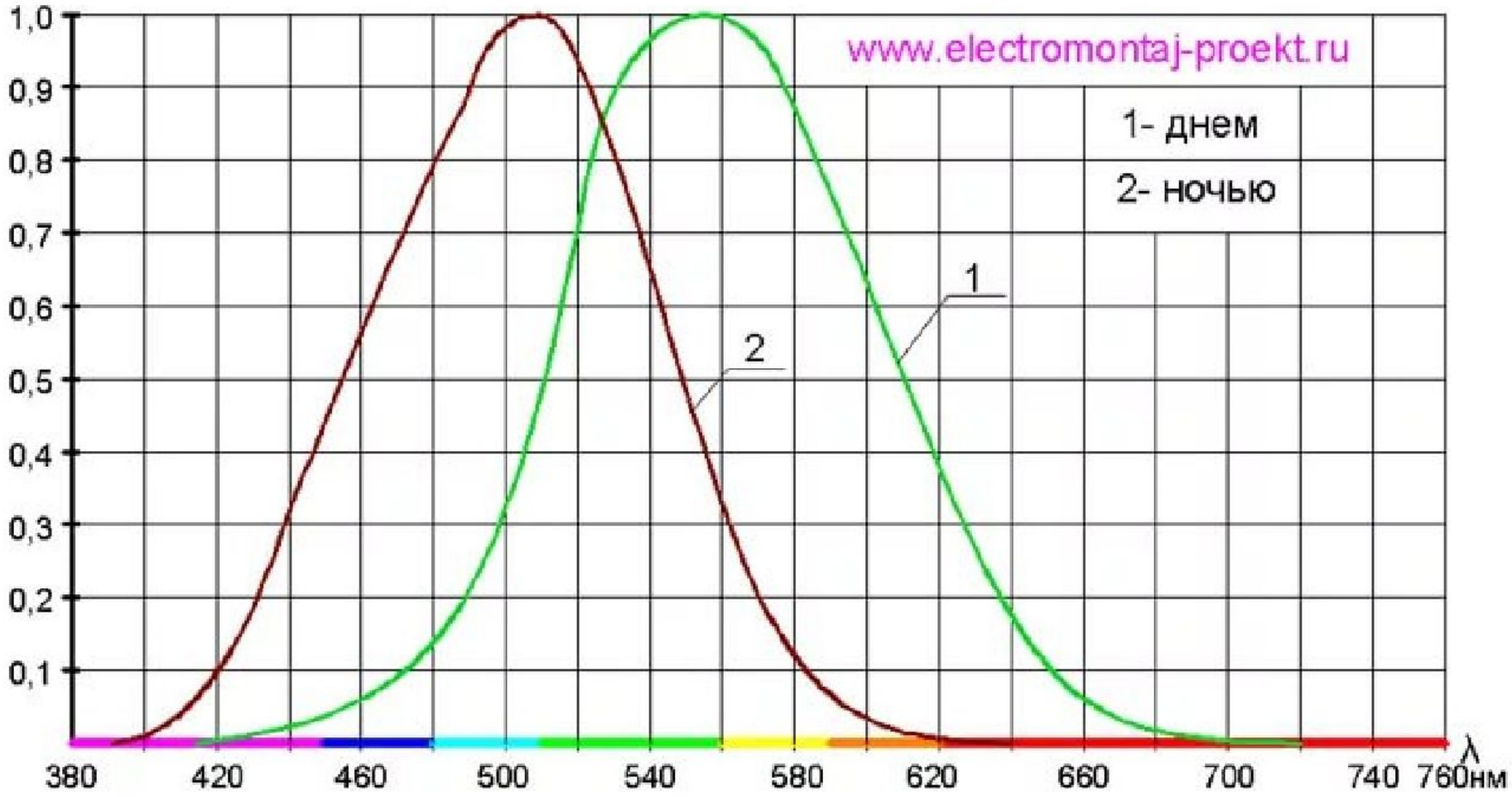


Рис. 1 Кривые относительной спектральной чувствительности глаза

Рис. 2.10. Кривая спектральной чувствительности зрения

2.8.6. Восприятие цвета

При восприятии цветных объектов возникают некоторые специфические эффекты.

К ним относятся:

- *цветовая адаптация,*
- *эффект принадлежности цвета,*
- *константность восприятия цвета.*

2.8.6. Восприятие цвета

Цветовая адаптация заключается в уменьшении чувствительности зрительной системы к цвету ее вызвавшему. В результате возникает следующий необычный эффект. Если в течение примерно 30 сек рассматривать окрашенный предмет, а затем перевести взгляд на нейтральную поверхность (*белую, серую или другого цвета, отличного от цвета раздражителя*), то возникает последовательный образ исходного раздражителя, но уже окрашенный в свой комплементарный цвет.

Стойкость этого образа зависит от интенсивности и продолжительности цветовой адаптации.

2.8.6. Восприятие цвета

Как правило, такие последовательные образы сохраняются достаточно долго (20 и более секунд) и этого времени достаточно для того, что «спроецировать» их на окрашенные поверхности.

При этом комплементарный последовательный образ сливается с новой окрашенной поверхностью, вызывая ощущение какого-то одного смешанного цвета. В данном случае происходит аддитивное смешение цветов.

2.8.6. Восприятие цвета

Эффект принадлежности цвета проявляется в том, что восприятие цвета любого предмета зависит от того, насколько хорошо он знаком человеку и какие ассоциации у него вызывает.

Например, в эксперименте, окрашенные в один и тот же серый цвет объекты различной формы вызывали различные цветоощущения. Когда объект имел форму банана, он вызывал ощущение желтоватого цвета, а когда – форму листа – зеленоватого.

Влияние знакомства с предметом и предшествующего опыта человека на восприятие цвета называют «эффектом *принадлежности цвета*»

2.8.6. Восприятие цвета

Константность восприятия цвета проявляется в том, что в известных пределах цвет предмета воспринимается как постоянный при изменении спектрального состава падающего на него света.

Например, мы не замечаем изменения цвета объекта при освещении его лампами накаливания и люминесцентными лампами.

Константность восприятия цвета оказывает заметное влияние на то, что мы воспринимаем окружающую среду как нечто стабильное.

Видеофильмы по тематике данной лекции

Зрение (Sight) BBC Documentary Film

https://www.youtube.com/watch?v=ZAIXjH4E_m0

Как устроен глаз и как он работает

https://www.youtube.com/watch?v=mnj06U3g1eM&t=4s

Как мы видим цвета?

https://www.youtube.com/watch?v=sieXoolk3T0