

Министерство образования и науки Украины
Государственный Университет Телекоммуникаций
Кафедра радиотехнологий

Практическая работа 4

по дисциплине: “Основы телевидения ”
на тему: “ Физические основы телевидения”

Доцент Пархоменко В.Л.

Киев-2014

Вихідні дані практичної роботи.

Контрольные вопросы

- 4.1. Поясните принципы работы зрительной системы человека.
- 4.2. Перечислите основные характеристики зрительного анализатора.
- 4.3. Назовите основные положения теории цветового зрения.
- 4.4. Объясните принципы построения цветовой системы XYZ.
- 4.5. Каким образом осуществляется выбор формата и размеров телевизионного изображения?
- 4.6. Из каких условий определяется число строк разложения телевизионного изображения?
- 4.7. Чему равняется частота смены кадров в телевизионной системе?
- 4.8. Дайте количественную оценку яркости и контраста телевизионных изображений.
- 4.9. Почему в телевизионной системе обеспечивают пропорциональность между воспроизведением полутонов и распределением яркостей в наблюдаемых объектах?
- 4.10. Как называются электронные устройства, корректирующие амплитудную характеристику телевизионной системы?

4.1.

Устройство зрительной системы человека. Оконечным устройством, воспринимающим телевизионное изображение, является зрительная система человека. Поэтому для рационального построения телевизионных систем необходимо учитывать свойства и характеристики зрения.

Зрительная система состоит из приемника светового излучения – глаза, нервных волокон, преобразующих и передающих зрительную информацию в мозг человека, и зрительных участков коры головного мозга, в которых происходит расшифровка информации и формирование зрительных образов.

Глаз является внешним органом зрения. Он представляет собой тело примерно шарообразной формы (глазное яблоко) (рис. 4.1), покрытое оболочкой – склерой 1. Передняя часть склеры 2, называемая роговицей, прозрачна и имеет несколько более выпуклую форму. За роговицей расположена передняя камера 3, заполненная жидкостью. Передняя камера отделена от остальной части глаза радужной оболочкой 4, имеющей в центре отверстие – зрачок 5. За зрачком находится хрусталик 6, представляющий собой прозрачное тело, форма которого напоминает двояковыпуклую линзу. С помощью мышцы, охватывающей хрусталик, кривизна последнего может меняться, фокусируя на задней стенке глаза изображения предметов, находящихся на расстоянии примерно от 10 см до бесконечности. Такое свойство зрения называется аккомодацией. С внутренней стороны в глазное яблоко входит зрительный нерв 7, состоящий из большого количества нервных волокон. Окончания нервных волокон покрывают изнутри глазное яблоко оболочкой 8, которая называется сетчаткой. В зависимости от формы нервные окончания подразделяются на палочки и колбочки. Колбочки обладают чувствительностью к свету и цвету, палочки – только к свету. Элементы изображения

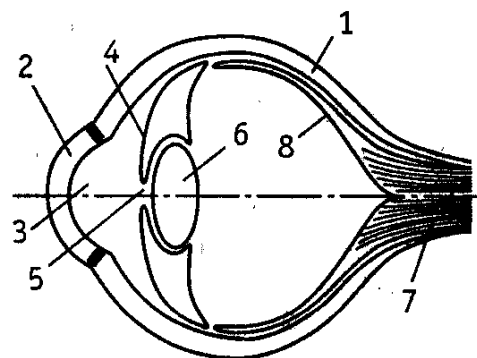


Рис. 4.1. Строение человеческого глаза

воспринимаются отдельно, если они проецируются на две рядом расположенные колбочки. Каждая колбочка подсоединена к отдельному окончанию нервных волокон. Палочки подсоединяются к окончаниям нервных волокон группами, они, обладая большей светочувствительностью, обеспечивают «сумеречное» зрение.

Центральная часть сетчатки (фовеа), называемая также желтым пятном, с угловыми размерами $1...3^\circ$ содержит фактически только колбочки с плотностью до $1,5 \cdot 10^5$ на 1 мм^2 . Средний диаметр колбочек примерно равен 3 мкм. Плотность расположения колбочек значительно уменьшается к краям желтого пятна, а размер их возрастает. Палочки имеют максимальную концентрацию $1,7 \cdot 10^5$ на 1 мм^2 на расстоянии $10...12^\circ$ от оптической оси глаза. Плотность палочек уменьшается как к центру глаза, так и к периферии. В целом сетчатка содержит около 130 млн. палочек и 7 млн. колбочек.

4.2

1)

Разрешающая способность зрения. Предельная способность человека видеть мелкие детали определяется разрешающей способностью зрительной системы (остротой зрения). Для нормального зрения основную роль играет разрешение сетчатки. Однако определить остроту зрения по характеристикам оптической системы глаза и структуре сетчатки в полной мере нельзя, так как глаз представляет собой динамическую систему. Процесс зрения сопровождается произвольными движениями глазного яблока – тремором. Кроме того, оптическая ось глаза обегает контуры отдельных деталей изображения, как бы анализируя наиболее информативные участки. Указанные движения глаза увеличивают остроту зрения по сравнению со статической (расчетной).

Статическая разрешающая способность глаза определяется минимальным углом наблюдения δ_{\min} , при котором две тонкие черные линии на белом фоне различаются с заданной вероятностью ($P = 0,95$). На рис. 4.2 толщина черных линий равна промежутку между ними. Разрешающая способность зрительного аппарата зависит от яркости и цвета фона, контрастности деталей относительно фона, времени наблюдения. Измерения показали, что для нормального зрения усредненное значение δ_{\min} может быть принято равным одной угловой минуте ($\delta_{\min} \approx 1'$). Острота зрения $S_{\text{зр}}$ оценивается величиной, обратной разрешающей способности, т.е. $S_{\text{зр}} = \delta_{\min}^{-1}$. Острота зрения равна единице, если $\delta_{\min} = 1'$.

Из-за неоднородности структуры сетчатки острота зрения уменьшается по мере удаления на угол α от центра желтого пятна.

2)

3)

Спектральная чувствительность зрения. Электромагнитные колебания, занимающие полосу в диапазоне длин волн примерно от 380 до 770 нм, человеческим глазом ощущаются как свет. Волны этого диапазона обычно называют световыми, или видимым излучением.

Воздействие на глаз отдельных частот видимого спектра излучения соответствует ощущению определенного цвета. Примерное соотношение между некоторыми длинами световых волн и создаваемыми ими ощущениями цвета приведено в табл. 4.1.

Кроме перечисленных цветов различают еще пурпурный. Он не является монохроматическим, а образован сочетанием красного и синего световых потоков. В зависимости от соотношения долей красного и синего в этой области выделяются следующие оттенки: вишневый, собственно пурпурный и сиреневый.

Чувствительность глаза не только ограничена определенной областью спектра электромагнитных колебаний, но и неравномерна в этой области, т.е. глаз воспринимает свет различных длин волн одинаковой энергии неодинаково. Например, два поля, зеленое и синее, излучающие одинаковую энергию, воспринимаются как имеющие различную яркость (зеленое ярче). Наибольшая чувствительность глаза лежит в области желто-зеленых цветов ($\lambda \approx 550$ нм).

Распределение чувствительности глаза сходно с распределением энергии в солнечном свете, отраженном естественной живой средой на Земле – зеленью. Это подтверждает приспособление глаза к лучшему восприятию окружающей среды. Кривая, изображающая чувствительность глаза к лучам разной длины волны видимого спектра, называется кривой спектральной видности или чувствительности.

4.3

Основой теории цветового зрения является установленный экспериментально факт, что все цвета могут быть получены путем сложения (смешения) трех световых потоков – красного (R), зеленого (G) и синего (B) цветов. Объяснение общих принципов цветового зрения было впервые дано великим русским ученым М.В. Ломоносовым, сформулировавшим в 1756 г. трехкомпонентную (трехрецепторную) теорию восприятия глазом цвета. Ломоносов пришел к выводу, что наш глаз имеет три вида рецепторов (колбочек), воспринимающих цвет. Один из них воспринимает красную часть спектра, другой – желтую, третий – синюю. Эти цвета называются основными (первичными). При равном возбуждении рецепторов создается ощущение белого цвета. Характер цветового ощущения зависит от отношения возбуждений трех цветов.

4.4

В основу построения системы XYZ были положены следующие условия.

1. Удельные координаты – кривые смещения не должны иметь отрицательных ординат, т.е. все реальные цвета определяются положительными значениями модулей основных цветов выбранной координатной системы.

2. Количественная характеристика цвета – яркость – должна полностью определяться одним его компонентом.

3. Координаты белого цвета равноэнергетического излучения E должны быть равными.

4.5

Формат и размеры телевизионного изображения. Вещательные телевизионные системы предусматривают наблюдение изображений в пределах угловых размеров поля ясного зрения. Исходя из этого условия выбирается формат кадра $k_{\text{ф}}$, т.е. отношение ширины изображения b к его высоте h ($k_{\text{ф}} = b/h$). Первоначально в телевидении был принят формат изображения $k_{\text{ф}} = 4:3 = 1,33$. Из геометрических соотношений оптимальное расстояние рассматривания A в этом случае устанавливается следующим образом:

$$A = 0,5h/\text{tg } \alpha_{\text{в}}, \text{ фактически } A \approx 5h.$$

Таким образом, на практике непосредственные размеры устройств воспроизведения телевизионных изображений определяются условиями наблюдения.

Последующие психофизиологические исследования показали, что телезрители предпочитают формат телевизионного кадра с соотношением сторон 16:9. Причем, при достаточно больших размерах телевизионного экрана воспроизводимое изображение становится более реальным. Главная причина этого заключается в увеличении угла зрения в горизонтальном направлении, что ведет к росту объема воспринимаемой информации. При этом в восприятии участвуют периферические области сетчатки, которые уменьшают заметность границ изображений, повышают впечатление объемности и относительного пространственного расположения рассматриваемых объектов. Таким образом, возникает эффект «присутствия» зрителя, заключающийся в сопричастности телезрителя показываемым на экране событиям, в возрастании эмоционального и смыслового воздействия телевизионных изображений на зрителя.

Поэтому в разрабатываемых перспективных системах телевидения наблюдается тенденция к увеличению угловых размеров телевизионных изображений при условии, что рассматривание изображения будет осуществляться с расстояния, не превышающего $3h$. В этом случае будут обеспечены условия максимальной комфортности при наблюдении телевизионных изображений.

4.6

Определение необходимого числа воспроизводимых строк. Число строк разложения z является важнейшим параметром телевизионных изображений, так как оно характеризует степень воспроизведения мелких деталей в вертикальном направлении раstra, т.е. четкость по вертикали. При оценке требуемого числа строк обычно исходят из условия слияния строчной структуры телевизионного изображения на заданном расстоянии рассматривания (рис. 4.11). Практически значение z находится из следующего выражения:

$$z = 2\alpha_{\text{в}} / \delta_{\text{min}} .$$

При $2\alpha_{\text{в}} = 12^\circ$, $\delta_{\text{min}} \approx 1'$, $z \approx 720$ строк. В приведенном расчете взята номинальная разрешающая способность глаза, равная $1'$. Опытным путем было установлено, что разложение телевизионного

изображения примерно на 600 строк является достаточным, обеспечивая вполне хорошее качество (субъективная четкость достигает 95% от максимального значения). На практике номинальное число строк разложения в телевизионных системах было взято равным 625 при условии, что $A \approx 5h$.

Если $A \approx (2,5...3)h$, то число строк в одном кадре должно быть равным 1200...1250. По этой причине разрабатываемые перспективные системы воспроизведения изображений получили название «телевидение высокой четкости», т.е. ТВЧ.

4.7

Частота кадров воспроизводимых изображений. Наблюдение телевизионного изображения не должно сопровождаться мельканиями яркости при смене кадров. Номинальная частота смены кадров в телевидении выбрана равной 25 Гц, что значительно ниже $f_{кр}$. Поэтому в телевизионном вещании применяется так называемая чересстрочная развертка, при которой кадр состоит из двух последовательно передаваемых полей. Номинальная частота полей равна 50 Гц. Время смены полей (0,02 с) полностью согласуется с инерционностью зрительного ощущения (0,1...0,25 с), следствием чего является незаметность мельканий при наблюдении телевизионного изображения.

4.8-4.10

Яркость и контраст телевизионного изображения. Яркостными параметрами телевизионного изображения являются его средняя яркость $L_{из.ср}$, максимальная яркость $L_{из.мах}$, контраст и число полутонов – различимых градаций яркости $m_{из}$. Средняя яркость, соответствующая наилучшему восприятию, зависит от условий наблюдения, свойств зрения и от содержания изображений. Многолетней практикой установлено, что средняя яркость $L_{из.ср} = 30 \text{ кд/м}^2$ вполне достаточна для наблюдения изображения и рассматривания его деталей без особого утомления зрения. При этом яркость в белых местах изображения может достигать $L_{из.мах} = 100...300 \text{ кд/м}^2$.

При восприятии телевизионных изображений динамический диапазон изменения яркости – контраст $K_{из}$ и число воспроизводимых градаций $m_{из}$ ограничиваются:

- параметрами воспроизводящих устройств;
- условиями наблюдения телевизионных изображений: расстоянием рассматривания, паразитными засветками телевизионных воспроизводящих устройств.

Например, паразитная засветка $L_{\text{пар}}$ снижает воспринимаемый контраст K' по сравнению с номинальной контрастностью $K_{\text{из}}$, обусловленной диапазоном воспроизводимых яркостей в телевизионном изображении.

$$K' = \frac{L_{\text{max}} + L_{\text{пар}}}{L_{\text{min}} + L_{\text{пар}}} = K_{\text{из}} \frac{1 + L_{\text{пар}}/L_{\text{max}}}{1 + L_{\text{пар}}/L_{\text{min}}}, \text{ т.е. } K' < K_{\text{из}}.$$

Перечисленные причины приводят к тому, что в телевизионном изображении уменьшается число воспринимаемых градаций яркости относительно расчетного значения.

Число различных градаций яркости $m_{\text{из}}$ влияет на зрительное подобие воспринимаемого телевизионного изображения с непосредственным наблюдением объекта. Абсолютные значения градаций яркости в данном случае не могут быть равными, так как не равны воспринимаемые контрастности. Поэтому имеет важное значение, как распределяются воспринимаемые в телевизионном изображении градации яркости относительно яркостных градаций наблюдаемого объекта. При пропорциональном воспроизведении градации яркости телевизионного изображения распределяются равномерно по шкале полутонов рассматриваемого объекта. Например, две градации яркости объекта воспроизводятся одной градацией в телевизионном изображении.

При пропорциональном воспроизведении полутонов

$$m_{\text{из}} = \gamma m_{\text{об}}, \quad (4.6)$$

где $m_{\text{из}}$ и $m_{\text{об}}$ – соответственно числа градаций яркости телевизионного изображения и наблюдаемого объекта; γ – коэффициент пропорциональности, равный числу градаций яркости изображения, воспроизводящих одну градацию яркости объекта (в данном случае $\gamma < 1$).

Подставив выражение (4.3) в соотношение (4.6), имеем

$$\lg K_{\text{из}} = \gamma \lg K_{\text{об}}, \text{ т.е. } K_{\text{из}} = K_{\text{об}}^{\gamma},$$

где $K_{\text{из}}$ и $K_{\text{об}}$ – соответственно значения контраста телевизионного изображения и наблюдаемого объекта.

Таким образом, пропорциональной зависимости градаций яркости соответствует степенная зависимость контрастов, а коэффициент пропорциональности равен показателю степени γ .

Обычно градации яркости воспроизводимого телевизионного изображения непропорционально распределяются по градациям рассматриваемого объекта (шкале полутонов). Например, в темных местах несколько градаций яркости объекта воспроизводятся одной градацией яркости изображения, а одна градация яркости в светлых местах воспроизводится интервалом яркости, равным нескольким градациям. В этом случае полутона в темных местах объекта на воспроизводимом телевизионном изображении будут одинаковой яркости (солятся), а в светлых местах будут иметь повышенную контрастность.

В телевидении задача пропорционального воспроизведения полутонов решается использованием специальных электронных корректоров, имеющих необходимую амплитудную характеристику. Подобные устройства получили название гамма-корректоров.

Практикой телевидения установлено, что наилучшее качество изображения в большинстве случаев наблюдается, когда значение результирующего коэффициента $\gamma_{рез}$ всей телевизионной системы, определяющего форму амплитудной характеристики, больше единицы, т.е. $\gamma_{рез} = 1,2 \dots 1,3$. Этот случай наиболее приемлем не только для черно-белых, но и для цветных телевизионных систем, несмотря на некоторые искажения цветности объектов, так как сюжетно важные детали, как правило, находятся в области большей освещенности.

2. Завдання практичної роботи.

2.1. Вивчити матеріал лекції із даної теми.

2.2. Виконати дослідження на відповідність сформованих питань та відповідей використовуючи отримані лекційні знання і дані інших джерел в тому числі науково практичні роботи рекомендовані в списку літератури.

2.3. За результатами виконаної роботи розробити реферат і доповіді його зміст на практичному занятті (до обговорення поставлених питань залучаються присутні).

3. Оформлення результатів практичної роботи та оцінювання.

3.1. Після обговорення результатів роботи з теми присутні формують звіт де фіксують отримані результати.

3.2. Отримані результати записуються у лаконічній формі бажано у табличній.

3.3. Звіти перевіряються викладачем та оцінюються отримані результати.

Список літератури

1.Основна

1. Телебачення / Під ред. В.Е. Джаконії. – М.: Радіо та зв'язок , 1986.
2. Домбругов Р.М. Телебачення. – Київ : Вища школа , 1988.
3. Проектування та технічна експлуатація телевізійної апаратури / Під ред. С.В. Новаковського. – М : Радіо та зв'язок , 1989.
4. Ю.Б. Зубарьов , Г.Л. Глоріозов . Передача зображень – М. : Радіо та зв'язок , 1989.
5. А.В. Виходець , В.І. Коваленко , М.Т. Кохно – Звукове та телевізійне мовлення ; - М. : Радіо та зв'язок , 1987.
6. Цифрове телебачення / Під ред. М.І. Кривошеєва. - М. : Радіо та зв'язок , 1980.
7. Певзнер Б.М. Якість кольорових ТВ зображень : видання друге ; М. : Радіо та зв'язок , 1988.
8. Радіорелейні та супутникові системи передачі : Підручник для вузів / Під ред. А.С. Немировського . - М. : Радіо та зв'язок , 1986. – 392 с
9. Системи радіозв'язку : Підручник для вузів / Під ред Л.Я. Калашникова - М. : Радіо та зв'язок , 1987. – 352 с
- 10.Посібник по радіорелейному зв'язку / Під ред С.В. Бородича - М. : Радіо та зв'язок , 1981. – 416 с
- 11.Супутниковий зв'язок та мовлення. Посібник / Під ред. Л.Я. Кантора - М. : Радіо та зв'язок , 1988. – 344 с
- 12.Системи космічного зв'язку. Посібник під ред. Б.В. Одинцова , Е. А. Сукачова; Одеса 1989.
- 13.Сучасні системи радіозв'язку в прикладах та задачах. Посібник під ред. Б.В. Одинцова , Е. А. Сукачова; Одеса 1990.
- 14.Мамчев Г.В. «Основы радиосвязи и телевидения», 2007 год;
- 15.Джакония В.Е., Гоголь В.А., Друзин Я.В. «Телевидение (4-е издание), 2007
- 16.Локшин Б.А. «Телевизионное вещание. От студии к телезрителю», 2001
- 17.Кириллов В.И., Ткаченко А.П. «Телевидение и передача изображения», 1988
- 18.Самойлов В.Ф., Хромой Б.П. «Основы цветного телевидения», 1982

- 19.Ельяшкевич С.А., Юкер А.М. «Усовершенствование телевизоров ЗУСЦТ и 4УСЦТ», 1994
- 20.Быков Р.Е., Сигалов В.М., Эйсенгардт Г.А. «Телевидение», 1988
- 21.Ельяшкевич С.А. «Справочное пособие. Цветные телевизоры ЗУСЦТ», 1990
- 22.Зубарев Е.Б., Кривошеев М.И., Красносельский И.Н. «Цифровое телевизионное вещание. Основы и методы», 2001
- 23.Корытов В.И «Телевизоры ЗУСЦТ. Ремонт и настройка», 1999
- 24.Смирнов А.В. «Основы цифрового телевиденья», 2001
- 25.Ельяшкевич С.А., Песков А.Е. «Телевизоры ЗУСЦТ, 4УСЦТ, 5УСЦТ. Устройство, регулировки, ремонт»
- 26.Шумихин Ю.А. «Телевизионный сигнал», 1968
- 27.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 1 Принципи радіозв'язку, 2014
- 28.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 2 Радіопередавальні пристрої, 2014
- 29.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 3 Радиоприйёмные устройства, 2014
- 30.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 4 Физические основы телевидения, 2014
- 31.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 5 Основные принципы функционирования телевизионных систем, 2014
- 32.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 6 Формирование телевизионного сигнала, 2014
- 33.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 7 Конструктивні особливості телевізійної апаратури, 2014
- 34.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 8 Особенности построения телевизионных систем, 2014
- 35.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 9 Сети телевизионного вещания, 2014

2.Додаткова

1. Мордуховіч Л.Г., Степанов А.П. Системи радіозв'язку. Курсове проектування. - М. : Радіо та зв'язок , 1987. – 192 с

2. Спілкер Дж. Цифровий супутниковий зв'язок / пер. з англ. ; Під ред. В.В. Маркова - М. : Зв'язок , 1979. – 592 с
3. Одинцов Б.В., Сукачов Е.А. , Гуцаюк А.К. Цифрові системи радіозв'язку : Навчальний посібник / ОЕІС ім. А.С. Попова – Одеса , 1988. – 56 с.
4. Одинцов Б.В., Сукачов Е.А. , Гуцаюк А.К. Космічний зв'язок : Навчальний посібник / ОЕІС ім. А.С. Попова – Одеса , 1989. – 56 с.
5. Новаковський С.В. Колір в кольоровому телебаченні - М. : Радіо та зв'язок, 1988.
6. Кривошеєв М.І. Основи телевізійних вимірювань. : видання 3 – е. - М. : Радіо та зв'язок , 1989.
7. ГОСТ 7845 – 79. Система мовленнєвого телебачення. Основні параметри , методи вимірювань.
8. Прийом телебачення та радіомовлення з супутників / Д.Ю. Бем , М.Є. Ільченко , А.П. Житков, Л.Г. Гассанов. – К.: Техніка , 1992. – 176 с.
9. Довідник. Індивідуальні відео – засоби. С.А. Сєдов – Київ 1990.
10. В.Бондарьов , Г.Трьостер , В. Чернега. Цифрова обробка сигналів : методи та засоби. Навчальний посібник для вузів. Харків 2001.