

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»**

Основы телевидения

Программа, методические указания
и контрольные задания

Санкт-Петербург

2017

Составитель: канд. техн. наук доц. В.М. Смирнов
Рецензент: доктор техн. наук проф. П.Н. Петров

В программе курса «Основы телевидения» отражены разделы, включающие вопросы физиологии зрительной системы человека, на которых базируется создание телевизионных систем, рассмотрены вопросы создания систем цветного телевидения. Программа содержит разделы дисциплины с подробным списком литературы по каждому из них. Даны вопросы для самопроверки и контрольные задания для самостоятельного решения по основным разделам курса, краткие методические указания. Предназначены для студентов заочной формы обучения по направлению «Радиотехника», специальность 2007.

Программа подготовлена кафедрой радиотехнических и оптоэлектронных комплексов по рекомендации РИЦ Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения.

Редактор
Компьютерный набор и верстка

Подписано к печати Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Печать офсетная
Усл. печ. л. Уч.-изд. л. Тираж 100 экз. Заказ №

Редакционно-издательский отдел
Отдел электронных публикаций и библиографии библиотеки
Отдел оперативной полиграфии
СПбГУАП
190000, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 67

© ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский
государственный университет
аэрокосмического приборостроения», 2017

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс «Основы телевидения» изучается студентами с направлением подготовки 11.03.01 «Радиотехника», 12.03.02 «Оптотехника», 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования».

Роль телевидения в настоящее время не ограничивается только телевизионным вещанием. Сейчас нет такой отрасли народного хозяйства, науки или техники, где не применялось бы телевидение. Без телевидения был бы невозможен прогресс современной науки и техники: освоение космоса, решение технологических задач в атомной энергетике, автоматизация многих производственных процессов, создание уникальных инструментов научного исследования, развитие радиолокации и гидролокации, создание систем видеонаблюдения и охраны. Телевидение играет важную роль в ускорение темпов научно-технического прогресса.

Быстрое совершенствование телевизионных систем, расширение их функциональных возможностей связано с появлением новых физических принципов преобразования оптических изображений в электрический сигнал и обратно. Отсюда важной особенностью курса «Основы телевидения» является разнообразие изучаемых вопросов, многие из которых относятся к смежным областям науки и техники.

В процессе освоения курса студенты изучают:

- свойства зрительной системы человека, процессы зрительного восприятия;
- способы преобразования оптического изображения в электрический сигнал;
- технику обработки телевизионного сигнала;
- основы колориметрии и способы получения цветного изображения;
- основные принципы построения различных систем цветного телевидения
- технические средства построения преобразователей сигнал - свет;
- аппаратуру отображения коллективного пользования.

В процессе обучения большое внимание уделяется вопросам зрительного восприятия, методам формирования изображений на различных типах экранов, работе с приборами при измерении параметров видеосигналов, принципами построения электронных схем устройств обработки полного телевизионного сигнала.

Общей задачей дисциплины является подготовка инженеров широкого профиля, хорошо знающих законы и особенности зрительного восприятия, принципы формирования устройств отображения информации, современную элементную базу для создания дискретных индикаторов, методы проекции изображений на большие экраны коллективного пользования.

Дисциплина «Основы телевидения» базируется на ранее изучаемых дисциплинах:

- физика (электричество, магнетизм, оптика);
- физика твердого тела;
- высшая математика;
- основы теории цепей;
- радиотехнические цепи и сигналы;
- электронные и полупроводниковые приборы;
- электронные твердотельные приборы и микроэлектроника;

Основная форма изучения курса для студентов заочного факультета - самостоятельная работа над учебным материалом. Для успешного изучения курса в данных методических указаниях приведена программа.

В процессе изучения курса студенты должны выполнить контрольную работу и две лабораторные работы. Выполнение лабораторных и контрольной работ способствует закреплению теоретических знаний и проверке на практике законов зрительного восприятия, приобретению навыков работы с контрольно-измерительной аппаратурой. По каждой лабораторной работе студенты делают отчет и защищают его теоретически.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина обеспечивает подготовку студентов в области телевизионной техники, являющейся неотъемлемой частью не только средств массовой информации, но и современных систем управления технологическими процессами, процессами производства, полетами летательных аппаратов и т.д. В соответствии с общими целями подготовки инженеров и научных работников, а также государственным образовательным стандартом по специальности «Радиотехника» изучение дисциплины должно заложить систему фундаментальных понятий в области физиологии зрения и зрительного восприятия, на которых базируется выбор параметров телевизионной системы, познакомиться с методами формирования и передачи информации о цвете в различных системах цветного телевидения.

В результате изучения дисциплины «Основы телевидения» студенты должны:

знать свойства зрительной системы человека, используемые в телевидении, основы колориметрии; технические особенности применения телевизионной аппаратуры в различных областях народного хозяйства, в частности, кроме систем вещательного телевидения применение в системах электронного досмотра, в системах охранного телевидения и системах видеонаблюдения;

уметь использовать характеристики зрительной системы при выборе параметров разложения телевизионного изображения в системах различного назначения, в устройствах преобразования электрического сигнала в оптическое изображение; пользоваться научно-технической литературой и технической документацией на используемые устройства

владеть навыками анализа полученной информации в свете конкретной решаемой задачи; использования программного обеспечения нелинейного монтажа и цифровой обработки изображений;

иметь опыт работы с телевизионными камерами, устройствами формирования и обработки телевизионных сигналов с помощью компьютерных программ.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1.

Свойства изображений, характеристики зрения человека и выбор параметров разложения телевизионного сигнала

Тема 1.1. Введение

Основные световые величины: сила света, световой поток яркость, освещенность. История развития телевидения.

Тема 1.2. Основные принципы телевидения

Представление изображения многомерными функциями; поэлементный анализ и синтез оптических изображений, преобразование оптического изображения в электрический сигнал, обобщенная структурная схема телевизионной системы

Тема 1.3. Характеристики зрительного анализатора, выбор параметров разложения

Характеристики зрительной системы: контрастная чувствительность зрения, закон Вебера-Фехнера и выбор числа уровней квантования; разрешающая способность, определение числа строк разложения и формат кадра; инерционность зрения и восприятие мелькающих поверхностей, закон Ферри-Портера, выбор частоты полей и кадров, закон Тальбота; хроматическое зрение, кривая видности, дифференциальный порог цветоощущения.

Вопросы для самопроверки.

1. Объяснить работу телевизионной системы по укрупненной функциональной схеме.

2. Пояснить функциональное назначение элементов зрительного анализатора человека.
3. В какой зависимости находятся ощущение яркости и реальная яркость объекта?
4. Как определяется число градаций яркости, необходимое число строк разложения, частота кадров и формат кадра в телевидении.
5. Что характеризует кривая видности?

Раздел 2.

Форма и спектр телевизионного сигнала

Форма видеосигнала, принципы построчной и чересстрочной разверток. Ширина спектра телевизионного сигнала и полоса частот телевизионного тракта. Разложение изображения в двумерный ряд Фурье. Структура спектра телевизионного сигнала, неподвижного и движущегося изображений.

Вопросы для самопроверки.

1. В чем преимущество чересстрочной развертки по сравнению с прогрессивной?
2. Чем определяется ширина спектра телевизионного сигнала?
3. Чем отличается спектр подвижного изображения от спектра неподвижного изображения?
4. Как используется дискретность спектра телевизионного изображения?

Раздел 3.

Искажения телевизионного изображения

Геометрические (координатные) искажения, полутоновые (градационные) искажения. Апертурные искажения. Распределение прозрачности в апертуре. Расчет апертурно-частотной характеристики. Апертурно-частотная характеристика и разрешающая способность телевизионной системы. Понятие об апертурной коррекции. Помехи.

Вопросы для самопроверки.

1. Чем определяются геометрические искажения?
2. Как изменяется величина апертурных искажений с увеличением размера апертуры?
3. Нарисуйте характеристику апертурных искажений для прямоугольной апертуры с равномерным законом распределения прозрачности.
4. Чем отличаются апертурные искажения от искажений, вносимых частотно-зависимыми цепями?

Раздел 4.

Телевизионные преобразователи оптического изображения в электрический сигнал

Тема 4.1. Общие характеристики преобразователей

Чувствительность, световая, спектральная и апертурная характеристики. Принцип мгновенного действия и принцип накопления заряда.

Тема 4.2. Твердотельные фотоэлектрические преобразователи

Принцип действия передающих телевизионных приборов на основе ПЗС. Структура линейки ПЗС и принцип направленного переноса, матричные ПЗС с кадровым, строчным и строчно-кадровым переносом. Характеристики преобразователей изображений на основе ПЗС.

Вопросы для самопроверки.

1. Охарактеризовать преимущества принципа накопления заряда.
2. Как осуществляется накопления заряда в ПЗС структурах?

3. Как осуществляется направленный перенос зарядов в ПЗС линейке?
4. Какие недостатки и достоинства имеют различные способы организации работы ПЗС матриц?

Раздел 5. Основы колориметрии

Тема 5.1. Понятие о цвете

Характеристики цвета. Трехкомпонентная теория цветового зрения. Способы смешения цветов.

Тема 5.2. Система *RGB*

Колориметрическая система *RGB*. Трехцветные коэффициенты и удельные компоненты. Достоинства и недостатки системы *RGB*.

Тема 5.3 Система *XYZ*

Колориметрическая система *XYZ*. Локус спектрально чистых цветов на цветовом треугольнике *XYZ*. Понятие опорного белого цвета. Основы пересчета колориметрических систем.

Вопросы для самопроверки.

1. Чем отличаются аддитивное и субтрактивное смешение цветов?
2. Дайте понятие геометрического представления цвета.
3. Поясните достоинства и недостатки цветовых систем *RGB* и *XYZ*.
4. Что такое диаграмма цветности МКО?

Раздел 6. Принципы построения систем цветного телевидения

Колориметрическое обоснование системы цветного телевидения. Основные цвета приемника и передающей телевизионной камеры. Спектральные характеристики передающей телевизионной камеры. Структурные схемы систем цветного телевидения. Матричный цветокорректор. Передающие камеры цветного телевидения.

Вопросы для самопроверки.

1. Принципы построения систем цветного телевидения.
2. Пояснить назначение матричного цветокорректора.
3. Какой должна быть характеристика передающей цветной ТВ камеры?

Раздел 7 Совместимые системы цветного телевидения

Тема 7.1. Принцип совместимости

Основные требования к совместимой системе цветного телевидения, кодирование сигналов цветного изображения, структурная схема совместимой системы цветного телевидения.

Тема 7.2. Система *NTSC*

Общий принцип системы, ее особенности и недостатки, выбор частоты поднесущей, цветоразностные сигналы E_I и E_Q , компрессия сигналов цветности.

Тема 7.3. Система *PAL*

Структурная схема системы, принцип чередования фазы цветоразностного сигнала, способы уменьшения заметности поднесущей.

Тема 7.4. Система *SECAM*

Совместимая советско-французская система цветного телевидения *SECAM*, особенности передачи сигналов цветности, коррекция цветоразностных сигналов, переход к двум поднесущим.

Вопросы для самопроверки.

1. В чем заключается принцип совместимости?
2. Чем обусловлен выбор сигналов в системе цветного телевидения?
3. Что такое сигналы цветности?
4. Какой вид модуляции используется для передачи сигналов цветности в системе NTSC?
5. Причина перехода к передаче сигналов E_I и E_Q в системе NTSC.
6. Как устраняется зависимость от дифференциальных фазовых искажений в системе PAL?
7. В чем основные отличия системы SECAM?
8. Чем вызван выбор двух поднесущих для передачи сигналов цветности в системе SECAM?

Раздел 8. Преобразователи сигнал-свет

Тема 8.1. Преобразователи на жидких кристаллах

Общие сведения о жидких кристаллах. Конструкция и работа жидкокристаллических экранов на *Twist* эффекте, активные матрицы – технология *TFT*, *STN*, *IPS*. *MVA*. Получение цвета.

Тема 8.2. Плазменные панели

Принцип работы, конструкция, назначение электродов, управление яркостью. Достоинства и недостатки.

Тема 8.3. Другие типы телевизионных экранов

OLED технологии. Преимущества *SOLED* технологии в телевидении. *FED* технологии.

Вопросы для самопроверки.

1. Какие свойства жидких кристаллов используются в матрицах телевизионных приемников.
2. Конструкция ЖК дисплея *TFT TN*.
3. Какие преимущества дает *TFT* технология?
4. Сравнить по качественным показателям технологии *TFT TN*; *TFT IPS*; *TFT MVA*.
5. Как получается цвет в ЖК панелях?
6. Принцип работы плазменной панели.
7. Как осуществляется управление яркостью плазменной панели?
8. Принцип работы *OLED* дисплея.

Лабораторный практикум

Целью выполнения лабораторных работ является закрепление у студентов знаний, полученных в результате прослушивания теоретического курса, практическая проверка законов зрительного восприятия, исследование влияния искажений на качество телевизионного изображения, изучение работы систем цветного телевидения. Перечень методических указаний для подготовки к выполнению лабораторных работ приведен в конце методических указаний.

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
1	Изучение методов оценки качества телевизионного изображения	2	1
2	Изучение состава полного телевизионного сигнала и		

	измерение параметров		
3	Исследование синхронизации телевизионных систем		
4	Исследование схем восстановления средней составляющей в телевизионном сигнале	2	2
5	Апертурные искажения и апертурная коррекция телевизионного сигнала		
6	Исследование передающей телевизионной трубки типа "видикон"	2	4
7	Исследование твердотельного преобразователя свет сигнал на ПЗС		
8	Система цветного телевидения <i>NTSC</i>	2	7
9	Системы цветного телевидения <i>PAL, SECAM</i>		

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

По курсу «Основы телевидения» необходимо выполнить одну контрольную работу, содержащую два вида заданий: теоретическое и практическое. Выбор варианта производится по последней цифре студенческого билета. Студенты с номером студенческого билета, оканчивающимся на 0, выполняют 10-й вариант задания. Контрольные задания должны быть выложены в личном кабинете студента до начала экзаменационной сессии.

Вариант 1

1. Вывести формулу для определения верхней граничной частоты телевизионного сигнала без учета и с учетом обратных ходов разверток. Пояснить назначение коэффициента Келла. Нарисовать и описать структуру спектра телевизионного сигнала для неподвижного и подвижного изображений.

2. Как изменится необходимое число строк разложения на экране с диагональю 100 см при увеличении расстояния наблюдения с двух до пяти метров, формат кадра 16:9.

Вариант 2

1. Описать основные принципы передачи и восстановления сигналов цветности в системе *NTSC*. Пояснить переход к передаче сигналов E_I и E_Q .

2. При условии равной четкости по горизонтали и вертикали рассчитать верхнюю граничную частоту видеосигнала телевидения высокой четкости при чересстрочной развертке. Условия расчета:

число строк в кадре $Z=1250$;

число полей в секунду $n=100$;

формат кадра 16:9;

относительная длительность строчного гасящего интервала – 0,2;

относительная длительность кадрового гасящего интервала – 0,1.

Вариант 3

1. Описать основные требования к вещательной системе цветного телевидения, пояснить выбор передаваемых сигналов цветного изображения. Пояснить каким образом передаются сигналы цветности.

2. Определить разрешающую способность монохромной матрицы ПЗС 2/3" в ТВ линиях/мм, если она содержит $1,5 \times 10^6$ пикселей.

Вариант 4

1. Описать принцип работы системы цветного телевидения *PAL*.
2. Рассчитать относительное понижение контраста при возникновении фоновой подсветки B_{ϕ} :

максимальная яркость изображения - B_{\max} ;

минимальная яркость - $B_{\min} = 0,05B_{\max}$;

величина фоновой подсветки $B_{\phi} = 0,25B_{\max}$.

Вариант 5

1. Объяснить выбор параметров разложения телевизионного сигнала: частота строк, частота полей, частота кадров, формат кадра.
2. Определить число различимых цветов зрения человека с учетом изменений по яркости, цветовому тону, насыщенности.

Вариант 6

1. Описать основные отличия системы цветного телевидения *SECAM*. Объяснить необходимость применения двух поднесущих частот для передачи сигналов цветности.
2. Рассчитать необходимое число уровней квантования при условии отсутствия ложных контуров на плавном переходе яркости при контрасте воспроизводящего устройства $K=250$. Величину порогового контраста взять равной 0,02.

Вариант 7

1. Описать колориметрическую систему *XYZ*, основные цветовые расчеты.
2. Определить во сколько раз увеличится полоса частот, занимаемая цифровым телевизионным сигналом отечественного стандарта по сравнению с аналоговым сигналом. Условия расчета:

частота дискретизации 13,5 МГц;

формат передачи сигналов 4:2:2;

число уровней квантования 256.

Вариант 8

1. Объяснить принцип работы преобразователей свет-сигнал на основе приборов с зарядовой связью. Описать работу матриц с кадровым, строчным и строчно-кадровым переносом.
2. Определить количество информации, содержащееся в одном кадре цветного изображения. Условия расчета:

формат кадра 16:9;

число строк разложения $Z=1250$;

квантование каждого из сигналов R, G, B на 256 уровней.

Вариант 9

1. Объяснить необходимость цветовой синхронизации и принцип ее реализации в ТВ приемниках систем *NTSC* и *SECAM*.

2. Определить длительность сигнала белой вертикальной полосы, занимающей 1/10 часть раstra на ТВ экране при стандартной развертке.

Вариант 10

1. Описать строение зрительного анализатора, процессы адаптации, аккомодации, конвергенции и дивергенции, процесс зрительного восприятия.

2. Определить цветовой тон и насыщенность светового потока с координатами $x = 0,1$ и $y = 0,5$ относительно равноэнергетического белого цвета.

Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
621.397 Т31	Телевидение: Учебник для ВУЗов. под ред. В.Е. Джакония. М.: Радио и связь. 2007. 640 с.	10
621.397 Б95	Быков Р.Е. Основы телевидения и видеотехники: Учебник для ВУЗов. М.: Горячая линия-Телеком, 2006. 399 с.	48
621.397 Г92	Основы и системы прикладного телевидения: учебное пособие / Г. Н. Грязин ; ред. Н. К. Мальцева. - СПб. : Политехника, 2011. - 274 с.	11
621.397 Б 12	Бабенко В. С. Физические основы телевидения: учебное пособие / В. С. Бабенко, О. С. Адстратов; СПб.: Изд-во ГУАП, 2009. - 127 с	69
621.397 С50	Смирнов В.М. Технические средства телевизионных систем наблюдения/ В.М. Смирнов; ГУАП. – СПб. 2016. – 330 с.	20

Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
0049 Д24	Дворкович В.П., Дворкович А.В. Цифровые видеоинформационные системы (теория и практика) М.: Техносфера, 2012. 1008 с.	5
621.397.13 (075) Т31	Телевидение: учебное пособие / Ю. В. Аксентов [и др.] ; ред. : П. В. Шмаков. - 4-е изд. перераб. и доп. - М.: Связь, 1979. - 432 с	31

Методические указания для выполнения лабораторных работ:

1. Основы телевидения и телевизионной техники: методические указания к выполнению лабораторных работ 1-5/ В.М. Смирнов. - СПб.: ГОУ ВПО "СПб ГУАП", 2015. - 55 с.

2. Устройства формирования и обработки телевизионного сигнала: методические указания к выполнению лабораторных работ 6-9/ О.С. Астратов, В.М. Смирнов. - СПб.: ГОУ ВПО "СПб ГУАП", 2015. - 41 с.