



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ИНДЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

 Л.Г. Стаценко  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
«09» декабря 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующая кафедрой  
Электроники и средств связи (ЭиСС)

 Л.Г. Стаценко  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
«09» декабря 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Формирование и первичная обработка видеосигнала

**Направление подготовки 11.03.02**

**Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

профиль Системы радиосвязи и радиодоступа

**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 7

лекции 36 час.

практические занятия – 18 час.

лабораторные работы 36 час.

в том числе с использованием МАО 30 час.

всего часов аудиторной нагрузки 90 час.

самостоятельная работа 54 час.

контрольные работы (количество) – не предусмотрено учебным планом

курсовая работа / курсовой проект – не предусмотрено учебным планом

зачет – 7 семестр

экзамен – не предусмотрено учебным планом

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19.09.2017 №930.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроники и средств связи, протокол №4 от «09» декабря 2019 г.

Заведующая кафедрой Стаценко Л.Г.  
Составитель ст. преподаватель Краевский А.М.

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in 11.03.02 Infocommunication Technology And Communication Systems.**

**Study profile:** "Communication and radio-access systems"

**Course title** " Formation and primary video processing".

**Basic part of Block 1, 4 credits**

**Instructor** Andrey Kraevskiy.

**At the beginning of the course a student should be able to:** possess the basic techniques, ways and means of receiving, storing and processing information; work independently on the computer and in computer networks; computer modeling of devices, systems and processes with the use of universal packages of application software; ready facilitate the introduction advanced technologies and standards; ready to study the scientific and technical information, national and international experience on the subject of research; ready to work for the organization and implementation of the practical use of research results.

**Learning outcomes:**

Specific Professional Competence:

GPC-1 - ability to solve standard tasks of professional activity based on information and bibliographic culture using information and communication technologies and taking into account the basic requirements of information security

PC-2 - readiness to study scientific and technical information, domestic and foreign experience about research.

**Course description.**

Acquaintance of students with the conceptual basics of working with images and the acquisition of knowledge and skills in applying the methods and algorithms used in the registration, transformation and visualization of images.

**Main course literature:**

1. Mamchev G.V. Technical means of television broadcasting [Electronic resource]: monograph / G.V. Mamchev. - Electron. text data. - Novosibirsk:

Siberian State University of Telecommunications and Informatics, 2017. - 324 c. - 2227-8397.

2. Ishanin, G.G. Optical radiation receivers [Electronic resource]: a tutorial / GG Ishanin, V.P. Chelybanov; by ed. V.V. Korotaeva. - Electron. Dan. - St. Petersburg: Lan, 2014. - 304
3. Goldstein A.E. Physical basis of obtaining information [Electronic resource]: textbook / A.E. Goldstein. - Electron. text data. - Tomsk: Tomsk Polytechnic University, 2010. - 292 p. - 978-5-98298-650-4.
4. Yakushenkov Yu.G. Fundamentals of optoelectronic instrument making [Electronic resource]: textbook / Yu.G. Yakushenkov. - Electron. text data. - M.: Logos, 2013. - 376 c. - 978-5-98704-652-4.

**Form of final knowledge control:** pass.

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Формирование и первичная обработка видеосигнала» предназначена для изучения в рамках направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа» и входит в вариативную часть дисциплин по выбору Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (Б1.В.ДВ.05.02).

Общая трудоемкость составляет 144 часов (4 зачетных единиц). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), лабораторные занятия -36 часов, из них 30 часов с использованием методов активного обучения, и самостоятельная работа студента – 54 часа. Дисциплина реализуется на 4 курсе в 7. Форма промежуточной аттестации – зачёт.

Дисциплина «Формирование и первичная обработка видеосигнала» опирается на уже изученные дисциплины такие как «Физика», «Математика» (интегрально-дифференциальное счисление, операционное счисление). В свою очередь она является «фундаментом» для изучения дисциплин «Сетевые технологии передачи данных».

**Цель дисциплины** - ознакомление студентов с концептуальными основами работы с изображениями и приобретении знаний и навыков применения методов и алгоритмов, используемых при регистрации, преобразовании и визуализации изображений.

### **Задачи дисциплины:**

- дать студенту глубокие и систематизированные знания об основных способах представления цифровых изображений;
- ознакомить студента с элементами теории интегральных преобразований;
- выработать навыки и умение самостоятельно разбираться в многообразии подходов и способах оценок оптимальных параметров при реализации алгоритмов дискретных интегральных преобразований;

- научить принимать решения при выборе типа и способа цифровой фильтрации изображений;

- рассмотреть основы математического моделирования процессов регистрации, визуализации и оценки качества изображений.

Для успешного изучения дисциплины «Телевидение» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей и организаций связи;

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции.

следующие профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-1.</b> Способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	Знает	тенденции развития визуальных технологий; ближайшие цели, преследуемые научно-исследовательскими коллективами в области формирования и первичной обработки видеосигнала.
	Умеет	выстраивать оптимальную схему работы коллектива; планировать этапы долгосрочной экспериментальной работы; проводить экспертную оценку результатов экспериментов; участвовать в научных исследованиях в группе, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы.
	Владеет	методикой поиска нестандартных технических решений для организации съёмочного процесса в сложных и ограниченных условиях;
<b>ПК-2.</b> Способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям	Знает	современный уровень, основные тенденции и перспективы развития инфокоммуникационных технологий; основы работы с источниками научно-технической информации.
	Умеет	изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт при проведении элементарных НИР в области инфокоммуникаций.

технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	Владеет	первичными навыками изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта при проведении НИР в области инфокоммуникаций.
--	---------	---

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Формирование и первичная обработка видеосигнала» применяются следующие методы активного и интерактивного обучения:

- проблемный метод;
- исследовательский метод.

Суть методов – стимулировать интерес учащихся к определенным проблемам, предполагающим получение определенной суммы знаний через решение творческих задач, умение практически применять полученные знания, развитие рефлексорного или критического мышления.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **Раздел I. Устройства формирования изображения (18 час.)**

### **Тема 1. Светочувствительные сенсоры. (6 час.)**

История создания твердотельных формирователей изображения.

Фотоприемники на базе ФПЗС. Технические параметры и характеристики матричных фотоприемников на ФПЗС.

Фотоприемники на базе КМОП. Основные параметры и характеристики КМОП-фотоприемников.

### **Тема 2. Устройство и схемотехника телевизионных камер (6 час.)**

Дискретизация изображений в ТВ камере. Структура ТВ камер.

Телевизионная камера стандартного разрешения, работающая в стандартном телевизионном режиме с аналоговым выходом.

Телевизионная камера стандартного разрешения, работающая в стандартном телевизионном режиме с цифровым выходом.

Телевизионная камера высокого разрешения с цифровым выходом и встроенной обработкой видеосигнала.

Камерные модули.

### **Тема 3. Оптика ТВ камер (6 час.)**

Объектив. Строение. Фокусное расстояние и угол обзора. Объективы с фиксированным фокусным расстоянием. Широкоугольные и длиннофокусные объективы. Объективы с переменным фокусным расстоянием. Число диафрагмы и относительное отверстие объектива.

## **Раздел II. Первичная обработка видеоизображения (18 часов)**

### **Тема 1. Аналоговое и цифровое представление видеосигнала (6 час.)**

Аналоговый видеосигнал. Цифровой видеосигнал. Основные принципы аналого-цифрового преобразования видеосигнала. Дискретизация ТВ сигналов. Предварительная обработка ТВ сигналов. Методы сжатия спектра.

Цифровой видеосигнал стандартного разрешения. Цифровой видеосигнал высокой четкости. Цвет в телевидении высокой четкости. Передача данных стандартов ТВЧ.

### **Тема 2. Основные методы компрессии цифрового видеосигнала (6 час.)**

Методы сжатия без потери информации. Алгоритм сжатия RLE. Алгоритм Хаффмана. Методы сжатия с потерей информации. Использование методов преобразования сигналов. Дискретное косинусное преобразование. Алгоритм сжатия изображения JPEG. Методы межкадрового сжатия. Семейство алгоритмов MPEG. Алгоритм MPEG-4. Методы цифровой видеозаписи на физические носители.

### **Тема 3. Основные задачи видеоаналитики (6 час.)**

Методы построения переднего плана. Методы выделения и классификации движущихся объектов. Методы классификации объектов. Алгоритмы слежения за объектами. Адаптивные методы распознавания образов и классификации. Алгоритмы для обнаружения и детектирования оставленных объектов. Методы распознавания текстовой информации.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (18 часов)**

Практические занятия открываются постановкой творческой задачи, реализующей принцип проблемности. Таким образом используется проблемный и исследовательский метод активного обучения. Отдельные творческие задачи каждого нового занятия объединены одной общей сверхзадачей, которая формулируется как групповой творческий проект для самостоятельной работы.

### **Занятие 1. Покадровая съёмка. (4часа)**

**Цель занятия:** ознакомиться и освоить основные настройки и органы управления устройства видеозаписи.

**Задачи:** объединиться в творческие группы, общим решением выбрать объект и место съёмки, организовать покадровую съёмку объекта, преобразовать секвенцию и продемонстрировать полученный видеоматериал.

#### **Описание работы.**

Покадровая съёмка (Таймлапс) - это процесс получения видеоряда, посредством съёмки отдельных кадров через паузу. Время паузы - вычисляется отдельно для каждого эпизода. Учитывая, что видеоряд будет воспроизводиться с нормальной скоростью, а для системы PAL - 25 кадров в секунду, время паузы можно рассчитать так:

$$T = \frac{t}{25t'}$$

где  $t$ - длительность процесса съёмки в сек,  $t'$  - время

полученного видеофрагмента в сек,  $T$  - время паузы между кадрами во время съёмки.

Для начала работы необходимо определиться с объектом съёмки. Это может быть медленно текущий процесс, как например движение облаков. Перемещение объекта съёмки можно осуществлять самостоятельно. Правильный выбор объекта съёмки, в результате даст возможность увидеть динамику медленного процесса.

Установив статично камеру, необходимо выбрать экспозицию, баланс белого, фокус. Камера должна работать в режиме фотоаппарата с максимальным разрешением. Далее ведётся запись кадров с интервалом  $T$ . Для оперативной и качественной работы, важно определить функциональные обязанности и распределить их в команде. Полученная секвенция (последовательность кадров) монтируется на базе ПК в видеоредакторе. В результате необходимо получить видеоряд, продолжительностью 7-15 секунд.

**Оценка работы ведётся по следующим критериям:** удачный выбор объекта съёмки, правильная настройка экспозиции, верно определённый баланс белого, точно установленный фокус.

На втором этапе практического занятия ведётся покадровая съёмка с перемещением камеры по траектории с заранее определённым шагом.

## **Занятие 2. Демозаикинг. (4 часа)**

**Цель занятия:** научиться обрабатывать raw кадры и применять алгоритм демозаикинга.

### **Задачи:**

1. получить из raw снимка файл jpg, применить цветокоррекцию для достижения достоверной цветопередачи;
2. из последовательности кадров формата DNG получить видеофайл закодированный кодеком AVC1D.

### **Описание работы.**

Каждая подгруппа в качестве исходного материала получает секвенцию кадров в формате DNG. В них запечатлена тестовая таблица цветных квадратов. Посредством компьютерного редактора RawTherapee необходимо применить алгоритм демозаикинга и открыть raw изображение. Регулируя форму характеристической кривой и изменяя уровни отдельных цветов, следует добиться наиболее достоверной цветопередачи. Полученные

настройки демозикинга необходимо применить для другой секвенции, в которой запечатлено лицо.

Далее, секвенцию следует преобразовать в один видеофайл с разрешением кадра 1920×1080 пкс. В редакторе последовательность кадров кодируется кодеком H.264, битрейт определяется экспериментально.

### **Занятие 3. Работа с искусственным и естественным освещением.**

**(4 часа)**

**Цель занятия:** научиться применять осветительные приборы для решения качественных и творческих задач в процессе записи изображения.

#### **Задачи:**

1. записать портрет в тёмном помещении применив классическую схему освещения из трёх источников;
2. записать портрет в сложных условия освещения;
3. проанализировать свой творческий проект и представить графическую схему необходимого освещения.

#### **Описание работы.**

Для съёмок портрета необходимо применить три источника света: жесткий - рисующий, мягкий - заполняющий, жесткий - контровой. Задание выполняется подгруппами в темном студийном помещении.

Для съёмок в сложных условиях каждая из творческих групп получает одно из заданий:

1. съёмка при источниках света с разной цветовой температурой;
2. съёмка при недостаточном освещении;
3. съёмка против яркого света;
4. съёмка в условиях зенитного солнца;

В каждом из вариантов до начала записи изображения необходимо провести анализ источников света, изменить схему освещения. В работе

могут понадобиться дополнительные источники света, рефлекторы, маски или флаги.

Третье задание требует предположить условия съёмки творческого проекта и на каждый из возможных случаев предложить схему освещения.

Оценивается отснятый материал, по следующим критериям: взвешенная экспозиция, верный баланс белого, отсутствие перенасыщенных областей.

#### **Занятие 4. Монтаж видеоматериала. (4 часа)**

**Цель занятия:** понять принципы и приёмы монтажа, освоить инструментальный видеоредактор.

##### **Задачи:**

1. При помощи видеоредактора восстановить перемонтированный видеофрагмент до первоначального состояния.
2. Снять видеоматериал согласно "монтажной фразе", собрать "монтажную фразу" при помощи видеоредактора.
3. Смонтировать видеофрагмент на основе музыкального ритма.

##### **Описание работы.**

Каждая творческая группа слушателей получает исходный видеоролик. Его необходимо разбить на 20 частей произвольной длительности при помощи видеоредактора. Получившиеся фрагменты нужно перемешать, чтобы сюжет видеоролика был нарушен. Затем подгруппы обмениваются результатами. Теперь стоит задача провести реконструкцию видеоролика. Необходимо найти раздробленные части ролика и расположить их в изначальном порядке.

Во втором задании "монтажную фразу" следует понимать, как отображение на экране цепи непрерывных действий кадрами разной крупности и ракурсов. Для этого творческой группе необходимо записать

одни и те же движения персонажей несколько раз. Каждый новый дубль снимается с нового ракурса. В монтажной фразе должны быть и крупные и общие планы. Полученные кадры собираются так, что движение в одном кадре точно продолжается в следующем.

Третье задание требует определить ритм и его изменения в музыкальном фрагменте и монтировать кадры согласно ритмическому рисунку. В монтаже используются кадры, отснятые творческой группой на предыдущих практических занятиях.

При оценке работы учитывается точность и качество монтажа, отсутствие микрокадров.

### **Занятие 6. Методы комбинированных съёмок. (2 часа)**

**Цель занятия:** практически определить технические условия для организации комбинированных съёмок заданного качественного исполнения.

#### **Задачи:**

1. провести съёмку методом перспективного совмещения;
2. применить эффект хромакей.

#### **Описание работы.**

Слушатели в составе команд должны представить кадры с иллюзией соприкосновения или сосуществования несовместимых в реальности объектов или субъектов. Для достижения этого эффекта, необходимо применить технологии комбинированных съёмок - перспективное совмещение и хромакей.

**Работа оценивается по следующим критериям:** идентичность схем освещения в комбинированных кадрах, идентичность контраста и насыщенности в комбинированных кадрах, отсутствие паразитного ореола в местах спила, отсутствие незапланированных просветов изображения.

## Лабораторные работы (36 час.)

### Лабораторная работа № 1. Исследование структуры видеокамеры. (6 часов с использованием МАО)

**Цель работы:** изучить принцип работы видеокамеры и определить ее характеристики.

#### Общие сведения.

Видеокамеры (камкордеры) содержат цифровую камеру и видеоманитонфонную приставку. Аналоговые видеокамеры бытовых форматов (VHS, S-VHS, VIDEO-8 и др.) снабжены цифровыми камерными секциями, содержащими одну или несколько матриц ПЗС (прибор с зарядовой связью).

В состав оптико-механической части камерной головки видеокамеры входят объектив, приводы трансфокатора, автофокусировки, диафрагмы и матрица ПЗС. Разрешающая способность (число элементов) изображения при использовании матрицы ПЗС с диагональю 1/3 дюйма различна у конкретных типов моделей: для VHS (PAL) – 320000, S-VHS (PAL) – 420000, VHS (NTSC) – 270000, S-VHS (NTSC) – 360000).

Во многих моделях видеокамер применены матрицы ПЗС со строчно-кадровой организацией. Каждый светочувствительный элемент (пиксель) покрыт своеобразным микрообъективом для повышения светочувствительности и мозаичным фильтром для получения цветных сигналов. Фильтр обеспечивает формирование сигналов четырех цветов: желтого, сине-зеленого, зеленого, пурпурного.

Система коммутации матрицы осуществляется коммутатором ПЗС, которая выполнена на большой интегральной схеме (БИС). Устройство выборки-хранения (УВХ) выделяет из дискретного выходного сигнала матрицы ПЗС те части, которые соответствуют полезному сигналу, объединяет их и формирует непрерывный сигнал. Устройство выборки-

хранения содержит системы АРУ, гамма- и высокочастотной коррекции. Сигнал на выходе УВХ композитный, т. е. по одной цепи передается «смесь» аналоговых сигналов яркости и цветности. С выхода УВХ полный цветной телевизионный сигнал через усилитель-корректор поступает на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

Процессор цифровой обработки (DSP) обеспечивает для сигнала яркости вертикальную и горизонтальную апертурную коррекцию с целью повышения четкости, ограничение уровня для получения неискаженной передачи ярких объектов, функцию введения-выведения (FADE), а для сигнала цветности – выделение цветоразностных сигналов (R-Y, B-Y), автоматический баланс белого (АББ) и ряд других функций. Всеми операциями управляет центральный микропроцессор цифрового сигнала.

Всеми цифровыми режимами управляет микропроцессорное устройство управления. Рассмотрим функционирование системы автоматической фокусировки (САФ). Существуют активные и пассивные САФ. Первые основаны на принципе ультразвуковой или инфракрасной локации объекта съемки для определения расстояния до него по отраженным сигналам. Среди пассивных САФ можно выделить:

- систему TCL, действующую через объектив камеры и основанную на принципе расщепления оптического луча;
- пьезоэлектрическую систему, в которой фокусирующая линза установлена на вибрирующей пьезоэлектрической пластине;
- цифровую интегральную систему.

Работа цифровой интегральной САФ основана на анализе уровня высокочастотных составляющих сигнала изображения. Этот сигнал поступает с матрицы ПЗС. Фокусирующая линза перемещается в положение, соответствующее максимальной резкости. Само перемещение обеспечивает специальный шаговый микродвигатель через червячную передачу. При построении фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) на ПЗС

распространение получила параллельно-кадровая структура (рис. 1), содержащая три секции: накопления 1, хранения 2 и переноса зарядов 3.

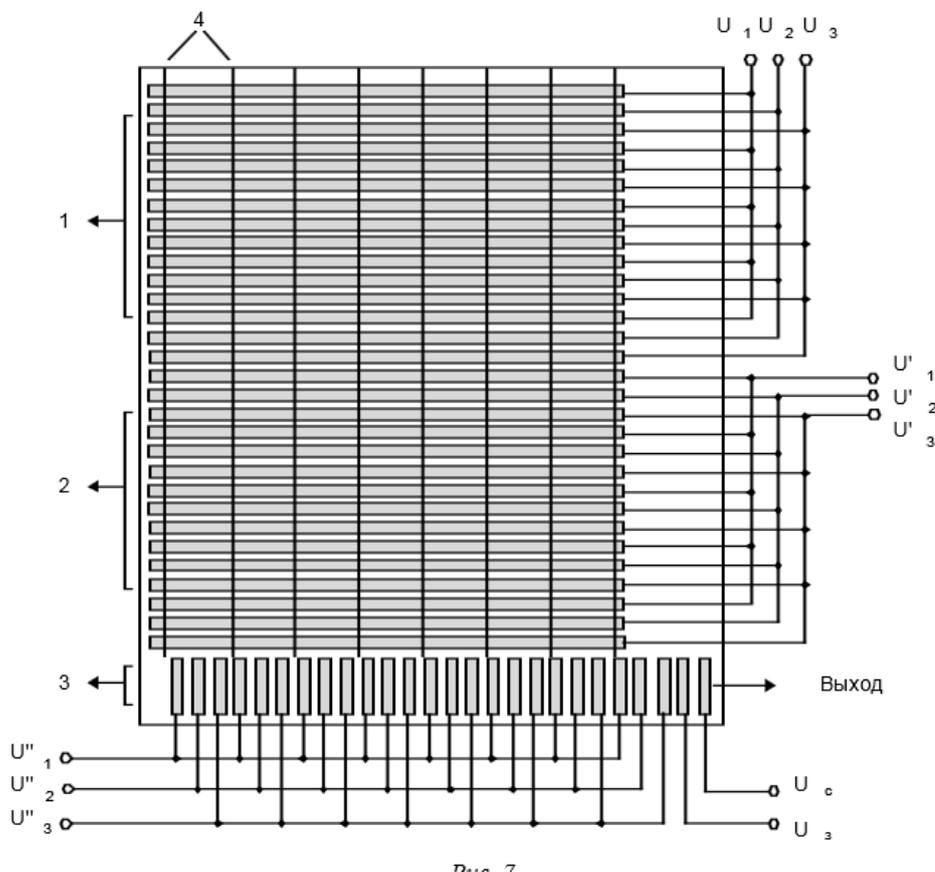


Рис. 1. Структура ПЗС

Секция 1 представляет собой многократное (по числу строк разложения) повторение ФЭП строчной структуры, на которое проецируется изображение. Горизонтальный размер элемента разложения определяется расстоянием между высокоомными диффузионными полосками 4, а вертикальный охватывает триаду полос. Линейный размер элемента разложения составляет 15–30 мкм.

Секция 2 аналогична секции 1, но защищена от света. В секции 3 сдвиговый регистр такой же, как в ФЭП строчной структуры. Достоинствами структуры являются простота, возможность получения высокой разрешающей способности (40–60 строк на 1 мм), отсутствие инерционности и эффекта выжигания. Основным недостатком – недопустимость дефектов в

структуре: дефект хотя бы в одной ячейке ПЗС секций 1 или 2 приводит к потере информации в столбце элементов, а в секции 3 – к потере части кадра, расположенного левее поврежденного элемента.

В твердотельных приборах растр задается с высокой точностью, так что геометрические искажения получаемого изображения определяются только качеством оптики. С жесткостью растра связаны такие достоинства ПЗС, как отсутствие микрофонного эффекта и нечувствительность к магнитным полям. С жестким растром связано другое преимущество ПЗС – совмещение растров датчиков в трехматричных камерах цветного телевидения.

Световой поток в таких камерах с помощью дихроичной призмы расщепляется на три (красный, синий, зеленый), которые поступают на свой датчик. Рассогласование растров этих датчиков приводит к появлению цветовой окантовки на результирующем изображении. Жесткий растр упростил конструкцию одноматричных цветных камер, в которых для получения информации о цвете используется нанесение на фоточувствительную секцию мозаичного или полосового фильтра, так что каждый элемент передает сигнал только одного какого-то цвета, а полный цветной сигнал получается за счет обработки выходного сигнала ПЗС.

Повышение точности преобразования изображения в видеосигнал достигается многими технологическими решениями. Например, для локализации зарядовых пакетов в поперечном направлении формируются стоп-каналы – узкие полоски с повышенной концентрацией основной легирующей примеси, идущие вдоль канала переноса. Степень совершенства кристаллической решетки в современных материалах достаточно высока. Так эффективность переноса в ПЗС со скрытым каналом достигает величины 99,9999 % на перенос.

### **Задание.**

1. Изучить принцип и режимы работы видеокамеры.

2. Измерить параметры видеосигнала на выходе видеокамеры при съемке испытательных изображений (вертикальная полоса, горизонтальная полоса, серое поле).

3. Оценить качество телевизионного изображения по испытательной таблице.

4. Оценить качество телевизионного изображения по универсальной испытательной таблице.

5. Оценить быстродействие системы автоматической фокусировки.

**Лабораторная работа № 2. Оценка качества телевизионного изображения по испытательной таблице. (6 часов с использованием МАО)**

**Цель работы:** оценить с помощью телевизионной испытательной таблицы формат кадра, четкость по вертикали и горизонтали, количество градаций яркости, геометрические искажения. В качестве преобразователя используется видеокамера Panasonic DVX100.

**Общие сведения.**

Видеокамера предназначена для преобразования с помощью матрицы ПЗС изображения в видеосигнал стандарта CCIR. Видеосигнал может подаваться на вход VIDEO видеомонитора или телевизора.

Электронно-оптические параметры видеокамеры:

- 3 матрицы по 1/3" со сдвигом пикселей по горизонтали. Полное число пикселей: 470 000 x 3. Эффективных 440 000 x 3.
- призма для оптического цветоделения;
- 12-разрядный АЦП и Gamma процессор;
- чересстрочный 50i (625i) - 50 полей в секунду;
- прогрессивный 25p - 25 кадров в секунду;
- 3 люкс (F 1.6, 18 dB gain, 50 IRE видеовыход)

**Задание.**

1. Определить формат кадра. Формат кадра равен 4:3 и вычисляется как отношение ширины изображения к его высоте.

2. Определить размер элемента изображения, который зависит от высоты  $H$  изображения и числа  $N$  строк разложения. При разложении изображения на 625 строк и длительности обратного хода 8 % количество видимых (активных) строк, приходящихся на высоту передаваемого изображения, составляет примерно 575 строк. Если высота таблицы 450 мм, то размер элемента изображения равен  $450 / 575 = 0,78$  мм. Этот размер служит единицей измерения штрихов. Так, если ширина штрихов равна одному элементу изображения, то этим штрихам условно соответствует четкость 625 строк, штрихам в два элемента – 313 строк, штрихам в три элемента – 208 строк и т. д.

3. Определить количество градаций яркости, т. е. количество различимых по яркости ступеней постепенного перехода от черного к белому. На испытательной таблице изображена шкала градаций яркости с 10 уровнями для установки яркости, контрастности и контроля баланса белого. Количество градаций яркости определить для всех шкал испытательной таблицы, указав их координаты. Результаты представить в виде таблицы.

4. С помощью сходящихся клином горизонтальных и вертикальных линий в центральном круге и по углам испытательной таблицы оценить четкость по вертикали и горизонтали. Значения четкости определить для всех шкал, указав их координаты на испытательной таблице.

5. Оценить качество фокусировки телевизионного изображения.

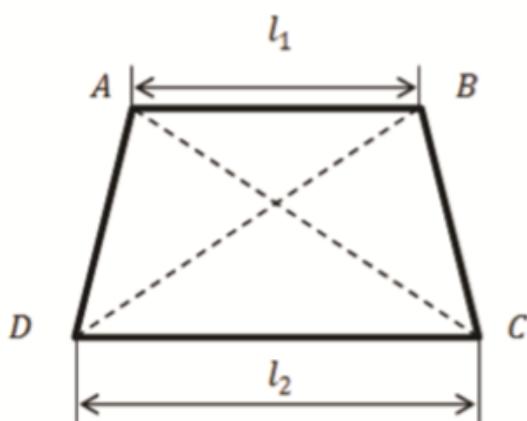
6. С помощью черных прямоугольников, расположенных в центральном круге и нижней части таблицы, оценить величину искажений в виде светлых и темных продолжений, наблюдаемых после темных крупных деталей («тянучек»).

7. Определить наличие повторных изображений постепенно затухающей интенсивности и наличие искажений типа «пластика», при которых вертикальные черные линии таблицы окантованы тонкими светлыми

полосками. Эти полосы создают ложное представление выпуклости, пластичности изображения.

8. Для различных испытательных изображений (вертикальная полоса, горизонтальная полоса, серое поле) зарисовать форму видеосигнала одной строки и измерить следующие параметры видеосигнала: – длительность строки; – длительности строчного синхронизирующего и гасящего импульсов; – значения амплитуд видеосигнала и строчного синхронизирующего импульса.

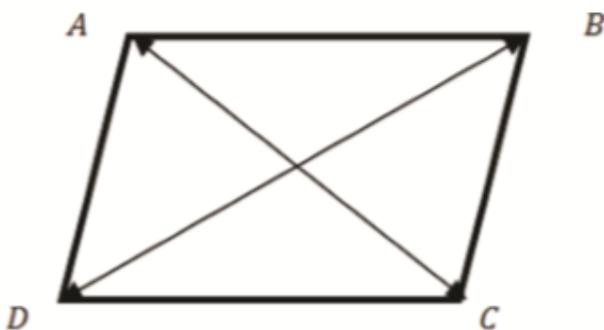
9. Определить трапецидальные искажения (рис. 2).



$$K_T = 2 \frac{DC - AB}{DC + AB} \cdot 100 \%$$

Рис. 2

10. Определить искажения, придающие растру форму параллелограмма (рис. 3).



$$K_T = 2 \frac{DB - AC}{DB + AC} \cdot 100 \%$$

Рис. 3

## Лабораторная работа №3. Исследование сигналов цветного изображения. (6 часов с использованием МАО)

### Цель работы

Изучение основных правил законов колориметрии и принципов формирования сигналов цветного изображения. Путем моделирования сигналов основных цветов синтезировать тестовый сигнал цветных полос, вычислить значения сигнала яркости и цветоразностных сигналов.

### Краткие теоретические сведения

Воздействие на глаз светового потока с различной длиной волны от фиолетовой границы 400 нм до красной 700 нм дает ощущение цвета. Физиологически (субъективно) цвет оценивается *светлотой*, *цветовым тоном* и *насыщенностью*, например, белый, серый, темно-серый отличаются светлотой, желтый, красный, зеленый – цветовым тоном, а розовый, красный – насыщенностью.

*Светлоте* оценивают по яркости, *цветовой тон* – по доминирующей длине волны, т.е. по длине волны того спектрального цвета, который, будучи смешан в определенной пропорции с белым, дает субъективное зрительное тождество с цветом исследуемого излучения. Иными словами, цветовой тон характеризует свойства цвета, отличающего его от белого (зеленый, синий, черный). *Насыщенность* оценивают по *чистоте цвета* ( $P$ ), под которой понимают долю спектрального цвета (для которого  $P = 1$ ), обеспечивающую в смеси с белым (для которого  $P = 0$ ) зрительное тождество с исследуемым излучением.

*Чистота цвета*  $P = B_\lambda/B = B_\lambda/(B_\lambda + B_w)$ , где  $B_\lambda$  – яркость спектрального цвета,  $B_w$  – яркость белого,  $B$  – яркость смеси. Иными словами,

насыщенность – это степень «разбавленности» цвета белым. Цвет с насыщенностью 100% – это спектральный цвет с определенной длиной волны. Чем больше разбавленность, тем меньше насыщенность. Белый цвет – это смесь цветов в определенных пропорциях.

В зрительном аппарате наряду с яркостной адаптацией существует и цветовая адаптация. Она выражается в том, что цвет, к которому адаптируется глаз, как бы выцветает. Это приводит к изменению цветового ощущения в результате предварительного воздействия других цветов. Например, серое на красном приобретает зеленоватый оттенок. Желтое на красном кажется зеленоватым, а на зеленом – оранжевым. Вместе с тем белые детали всегда легко узнаются, и по отношению к ним глаз оценивает все остальные цвета.

Наука об измерении и количественном выражении цвета называется *колориметрией*. Колориметрией установлено, что монохроматическое излучение с определенной длиной волны всегда создает вполне определенное ощущение цвета. Однако обратное утверждение неверно. Ощущения одинакового цвета могут быть вызваны разными спектральными излучениями. Такие одинаковые цвета называются *метамерными*.

Существует два способа образования цветов:

1. *Субтрактивный* (вычитательный) – применяется в кино, фотографии, производстве красок. Например, если пропустить солнечный свет последовательно через желтый и голубой светофильтры, то оставшийся световой поток будет зеленым. То же самое будет, если смешать эти краски.

2. *Аддитивный* (слагательный), используемый в телевидении, способ образования цветов, т.е. их пространственное смешение, основанное на слитном восприятии разноцветных точек (штрихов), угловые размеры которых меньше угла разрешения глаза.

В основе теоретической колориметрии лежат результаты многочисленных экспериментов по смешению цветов. Колориметрией установлено, что существуют *линейно зависимые* цвета, т.е. такие, которые

могут быть связаны между собой линейным алгебраическим уравнением, и *линейно независимые*. Любой цвет может быть выражен комбинацией из трех линейно независимых цветов, называемых *основными*. В 1931 г. были стандартизованы три основных цвета – красный  $R$  ( $\lambda = 700$  нм), зеленый  $G$  ( $\lambda = 546,1$  нм) и синий  $B$  ( $\lambda = 435,8$  нм). Эти основные цвета и приняты в телевидении.

Математически любой цвет  $D$  выражается через основные цвета  $R, G, B$  линейным уравнением  $D = Rr + gG + Bb$ , где  $r, g, b$  – *цветовые коэффициенты*, причем  $r + g + b = 1$ . Таким образом, цвет – трехмерная величина, представляемая вектором в трехмерном (цветовом) пространстве. Длина вектора характеризует количество цвета, направление – цветность (качество цвета). Все векторы выходят из начала координат, соответствующего черному цвету. Если взять векторы  $R, G, B$  и пересечь их, то получим цветовой треугольник, в вершинах которого расположены значения основных цветов (рис. 4). Достоинством данной колориметрической системы является то, что в ней используются реальные основные цвета. Однако она имеет недостатки, затрудняющие ее использование при расчетах.

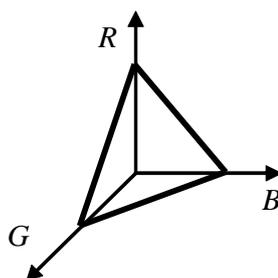


Рис. 4. Колориметрическая система RGB

Произвольно выбирая основные цвета, можно создать множество колориметрических систем, позволяющих производить расчеты и оценку качества цветопередачи телевизионной системы. Эти расчеты весьма

специфичны и выходят за рамки задачи данного курса. Отметим лишь, что для цветной системы, помимо числа передаваемых градаций яркости, важным параметром является число воспроизводимых градаций цветности.

Из колориметрических представлений следует, что нет необходимости передавать все цвета. Достаточно передать информацию только о количественном соотношении трех основных цветов. Их синтез в приемнике позволяет получить цветное изображение, окрашенное в соответствии с оригиналом. Для измерительных целей была создана колориметрическая система с символическими (условными) цветами  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , суммирование которых дает любой реальный цвет. Данной системе соответствует аналогичное линейное уравнение  $D = xX + yY + zZ$ , где  $x$ ,  $y$ ,  $z$  – цветовые коэффициенты, причем  $x + y + z = 1$ . Из уравнений следует, что для определения цветности достаточно задать две координаты, а третью можно легко вычислить путем их вычитания из единицы. Таким образом, можно перейти от трехмерной системы к двумерной и получить на плоскости цветовой график, который строят по осям  $X$  и  $Y$ , а ось  $Z$  помещают в начало координат (рис. 5).

На графике *подковообразная* кривая (*локус*) является геометрическим местом точек всех видимых спектральных цветов: от фиолетового до красного. Прямой от фиолетового до красного цветов (*пурпурная линия*) соответствуют пурпурные цвета, смешанные с красным и фиолетовым в различных соотношениях. Все видимые цвета лежат в области, ограниченной локусом и пурпурной линией, и могут быть определены координатами  $(x, y)$ , а  $z = 1 - x - y$ . В центре тяжести – точка  $W$  (точка белого цвета). По цветовому графику может быть найден цветовой тон и насыщенность любого источника. Для этого проводят прямую через точку  $A$ , соответствующую источнику, и через точку  $W$ , получая точки  $A'$  и  $A''$ .

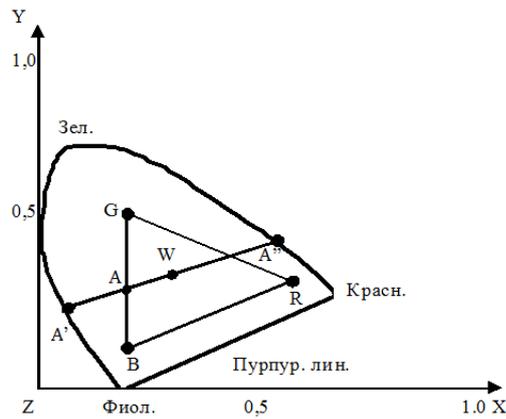


Рис. 5. Колориметрическая система XYZ

Точка  $A'$  показывает цветовой тон источника (голубой для точки  $A$ ), а отношение отрезков  $AW/A'W$  служит мерой насыщенности (чем ближе точка  $A$  к точке  $W$ , тем меньше насыщенность). Точка  $A''$  определяет *дополнительный* цвет, который в смеси с  $A'$  дает белый цвет. Цвет смеси двух цветов лежит на прямой линии, соединяющей эти цвета. Яркость источника на цветовом графике не определяется. Цвет смеси трех цветов лежит внутри треугольника, в вершинах которого находятся смешиваемые основные цвета. Чем меньше треугольник, тем будет меньше чистота и насыщенность цвета воспроизводимого изображения. Таким образом, построение цветковых треугольников позволяет сравнивать качество цветопередачи вариантов систем.

В качестве примера колориметрических расчетов рассмотрим задачу определения цветковых коэффициентов  $r$ ,  $g$  и  $b$ , необходимых для формирования сигнала заданного цвета  $D$  в трехкомпонентной цветковой телевизионной системе. Цвет  $D$  задан на диаграмме цветности координатами  $x$  и  $y$ . Кроме этого, известны длины волн  $\lambda_R$ ,  $\lambda_G$  и  $\lambda_B$  для основных цветов  $R=655\text{нм}$ ,  $G=520\text{нм}$  и  $B=470\text{нм}$ , из которых аддитивным способом формируется цветное изображение.

Задача решается графически следующим образом. Принимая насыщенность заданных основных цветов за 100%, отмечаем их положение на локусе и получаем цветовой треугольник, внутри которого лежат цвета, формируемые данной телевизионной системой. Построение координатной сетки для определения цветовых коэффициентов  $r$ ,  $g$  и  $b$ , производится следующим образом. Стороны полученного цветового треугольника продлеваем до их пересечения с осью  $X$ .

Полученные точки пересечения соединяем с соответствующими точками основных цветов  $R=655\text{нм}$ ,  $G=520\text{нм}$  и  $B=470\text{нм}$  на локусе. Точку пересечения, соединяемую с точкой  $R=655\text{нм}$ , обозначим как  $R_x$ . Точку пересечения, соединяемую с точкой  $G=520\text{нм}$ , обозначим как  $G_x$ . Точку пересечения, соединяемую с точкой  $B=470\text{нм}$ , обозначим как  $B_x$ . Полученные таким образом углы  $RG_xG$ ,  $GR_xR$  и  $GB_xB$  разделим на части, число которых определяется требуемой точностью нахождения цветовых коэффициентов. Например, если требуется точность до 0,1, то таких частей будет по 10 для каждого угла. Если требуется точность до 0,01, то таких частей для каждого угла будет уже по 100.

Для разделения углов проводим три линии параллельные оси  $X$ . Отрезки полученных линий, заключенные между соответствующих сторон каждого из углов делим на равные части, например, на 10 при точности 0,1. Проводим лучи из точек  $R_x$ ,  $G_x$  и  $B_x$  через соответствующие полученные точки деления на линиях, параллельных оси  $X$ , до их пересечения со сторонами  $R=655\text{нм}$ ,  $G=520\text{нм}$  и  $G=520\text{нм}$ ,  $B=470\text{нм}$  цветового треугольника  $R=655\text{нм}$ ,  $G=520\text{нм}$  и  $B=470\text{нм}$ . Тем самым получаем на сторонах треугольника координаты для соответствующих цветовых коэффициентов  $r$ ,  $g$  и  $b$  от 0 до 1 шагом 0,1.

При этом в точке  $G=520\text{нм}$  имеем  $r=0$ , а в точке  $R=655\text{нм}$  имеем  $r=1$ . Для коэффициента  $g$  в точке  $G=520\text{нм}$  имеем  $g=1$ , а в точке  $R=655\text{нм}$  имеем  $g=0$ . Для коэффициента  $b$  в точке  $G=520\text{нм}$  имеем  $b=0$ , а в точке  $B=470\text{нм}$  имеем  $b=1$ . Для нахождения коэффициента  $r$  через точки  $D(x,y)$  и  $R_x$

проводим прямую линию до пересечения со стороной  $R=655\text{нм}$ ,  $G=520\text{нм}$  цветового треугольника. Значение коэффициента  $r$  определится расстоянием от точки  $G=520\text{нм}$  до полученной точки пересечения. Для нахождения коэффициента  $g$  через точки  $D(x,y)$  и  $G_x$  проводим прямую линию до пересечения со стороной  $R=655\text{нм}$ ,  $G=520\text{нм}$  цветового треугольника. Значение коэффициента  $g$  определится расстоянием от точки  $R=655\text{нм}$  до полученной точки пересечения. Для нахождения коэффициента  $b$  через точки  $D(x,y)$  и  $B_x$  проводим прямую линию до пересечения со стороной  $R=655\text{нм}$ ,  $G=520\text{нм}$  цветового треугольника. Значение коэффициента  $g$  определится расстоянием от точки  $G=520\text{нм}$  до полученной точки пересечения.

Для совместимости черно-белого и цветного телевидения необходимо передавать, кроме сигналов цветности, сигнал яркости, соответствующий черно-белому изображению. Сигнал яркости получается сложением всех трех основных цветов. Однако человеческий глаз имеет разную чувствительность к цветам. Поэтому необходимо использовать смесь основных цветов  $RGB$ , в котором зеленого больше, чем красного и синего. Экспериментально установлено, что относительное содержание  $R$ ,  $G$  и  $B$  в сигнале яркости должно быть следующее:  $E_Y = 0,3E_R + 0,59E_G + 0,11E_B$ .

Таким образом, технически получение сигнала яркости (матрицирование) наиболее просто можно осуществить на резистивных матрицах (рис. 3.8). Если  $U_R = U_B = B_G$ , то за счет делителей образуется  $E_R = U_R R_4 / (R_1 + R_4)$ ;  $E_G = U_G R_4 / (R_2 + R_4)$ ,  $E_B = U_B R_4 / (R_3 + R_4)$ . Подбрав соответствующие резисторы, получим на выходе матрицы (т.е. на  $R_4$ ) сигнал яркости. При этом должно обеспечиваться следующее условие:  $R_4 / (R_1 + R_4) = 0,3$ ;  $R_4 / (R_2 + R_4) = 0,59$ ;  $R_4 / (R_3 + R_4) = 0,11$ .

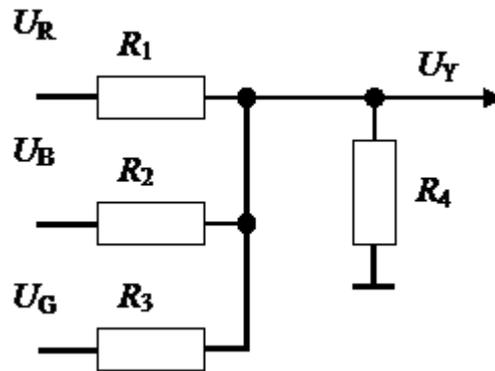


Рис. 6. Простейшая резистивная матрица

В системах цветного телевидения, для того чтобы не повышать полосу частот, сигнал  $E_G$  отдельно не передается, а передают  $E_Y$ ,  $E_B$ ,  $E_R$ . Сигнал  $E_G$  восстанавливают в приемнике путем матрицирования, т.е. вычисления  $E_G = (E_Y - 0,11E_B - 0,3E_R)/0,59$ . Знак « $\leftrightarrow$ » говорит о необходимости изменения полярности сигналов при матрицировании.

Поскольку в цветном телевидении используют свойство зрения плохо различать цвета мелких деталей, которые соответствуют высоким частотам в спектре сигнала, то цветной сигнал может быть передан в более узкой полосе частот. Так, например, очень мелкие детали соответствуют 3–6 МГц, мелкие – 1–3 МГц, средние – 0,5–1 МГц, крупные – до 0,5 МГц. Цвет передают в полосе частот порядка 1,5 МГц.

Для решения задачи совместимости черно-белой и цветной ТВ-систем в спектре частот яркостного сигнала располагают поднесущую частоту, модулированную сигналом цветности. На приемной стороне поднесущая выделяется, и сигнал цветности детектируется. Если такой сигнал при передаче черно-белого сюжета использовать непосредственно для воспроизведения на цветном мониторе без отключения сигнала цветности и подавления поднесущей, то на черно-белом изображении будут наблюдаться помехи в виде цветных шумов («снега») от сигнала цветности (сигнал на уровне шумов, так как цвета нет) и «сетки» от биений цветовой поднесущей.

Поэтому в цветных телевизионных мониторах и телевизорах после выделения сигнала цветности поднесущая удаляется с помощью режекторного фильтра, а канал цветности при уменьшении сигнала цветности до некоторого порогового уровня автоматически отключается.

Во всех совместимых цветных ТВ-системах передают не цветные сигналы  $E_R$ ,  $E_G$ ,  $E_B$ , а так называемые цветоразностные сигналы  $E_R - E_Y$  и  $E_B - E_Y$ . Это устраняет мелкоструктурную сетку, появляющуюся из-за биения поднесущих на белых и светлых листах изображений, поскольку при  $E_R = E_B = E_G = E_Y$  (т.е. на белых и серых участках) имеем  $(E_B - E_Y) = (E_R - E_Y) = 0$ . Иными словами, при малых насыщенностях цветоразностные сигналы малы по амплитуде и не создают заметных помех.

В данной лабораторной работе для формирования сигнала цветных полос моделируются перепады яркости для каналов  $R$ ,  $G$  и  $B$ . Пример изображений таких перепадов со 100% контрастом приведен на рис.7.



Рис. 7. Изображения, содержащие перепады яркости для каналов  $R$ ,  $G$  и  $B$

Осциллограммы, соответствующие приведенным выше перепадам яркости, приведены на рис. 8 .

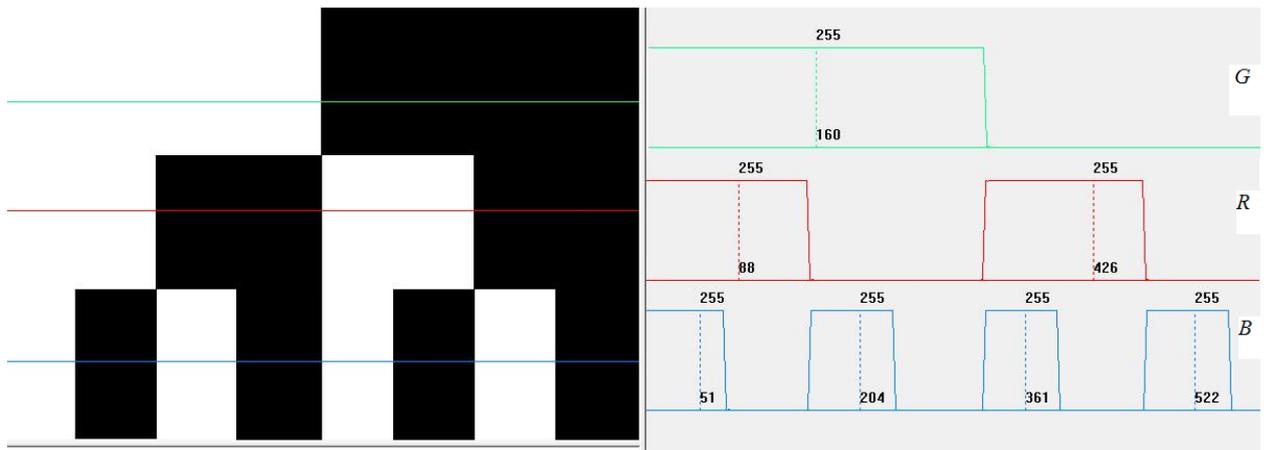


Рис. 8. Перепады яркости и осциллограммы для каналов  $R$ ,  $G$  и  $B$

Соответствующие данным перепадам яркости цветные изображения со 100% насыщенностью основных цветов  $R$ ,  $G$  и  $B$  приведены на рис. 9.

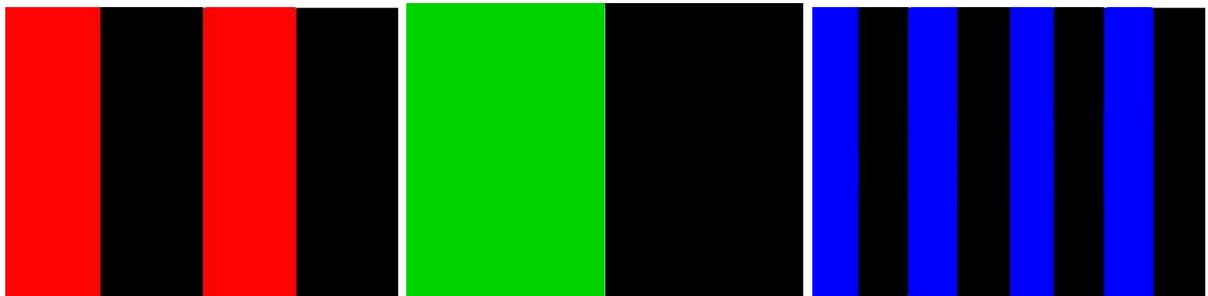


Рис. 9. Цветные полосы в каналах  $R$ ,  $G$  и  $B$  с максимальной насыщенностью

Изображения цветных полос с насыщенностью основных цветов  $R$ ,  $G$  и  $B$ , необходимой для формирования сигнала яркости приведены на рис. 10.

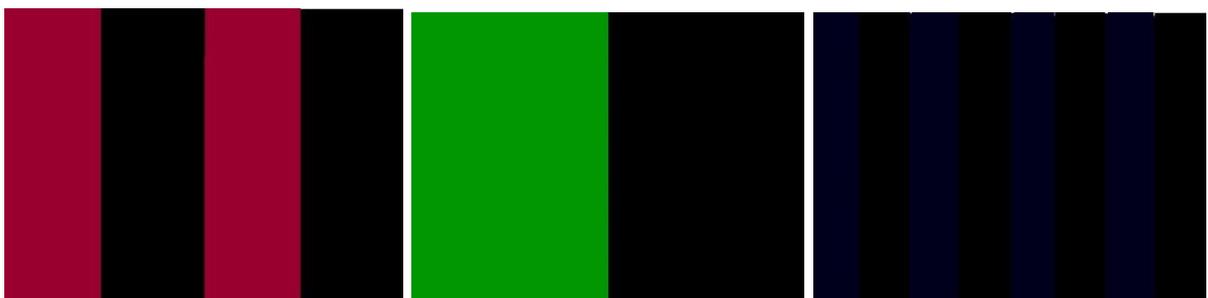


Рис. 10. Цветные полосы в каналах  $R$ ,  $G$  и  $B$  с цветовыми коэффициентами (насыщенностью основных цветов) в соотношении  $0,3R:0,59G:0,11B$

В качестве примера выполнения на рис. приведено черно-белое изображение полос и соответствующая осциллограмма сигнала яркости сигнала вдоль выделенной строки.

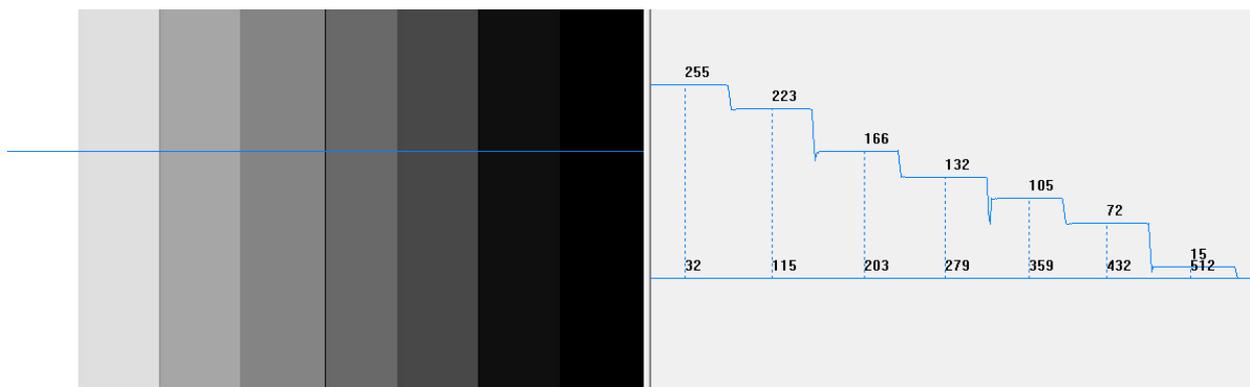


Рис. 11. Яркостные перепады в изображении полос и осциллограмма сигнала яркости, полученного путем матрицирования сигналов основных цветов  $Y=0,3R+0,59G+0,11B$

На рис. 12 приведено тестовое изображение цветных полос, полученное из исходных яркостных перепадов для каналов  $R$ ,  $G$  и  $B$ .

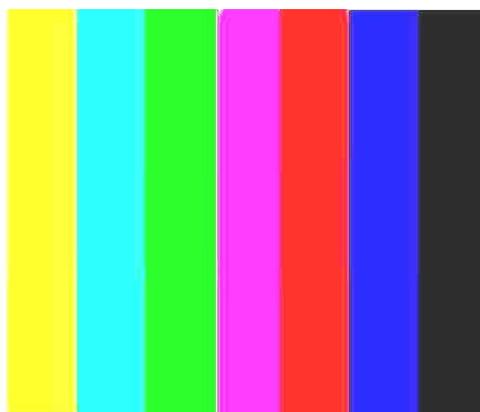


Рис. 12. Цветные полосы в результате смешения сигналов основных цветов в соотношении  $0,3R:0,59G:0,11B$

## **Порядок проведения работы.**

Лабораторная работа выполняется на компьютерном оборудовании с использованием стандартной программы Paint и прикладного программного обеспечения Videomix и Gel Analysis. Программное обеспечение имеет простой, интуитивно понятный интерфейс, а также содержит встроенный справочник и всплывающие подсказки.

Программа Paint позволяет синтезировать как черно-белые изображения, так и изображения в основных цветах для исходных яркостных перепадов, как со 100%, так и с заданной насыщенностью.

Программа Videomix позволяет суммировать сигналы изображений с заданными весовыми коэффициентами.

Программное обеспечение Gel Analysis позволяет строить осциллограммы сигнала яркости вдоль выделенной строки изображения и производить измерение величины сигнала в относительных единицах (градациях) от 0 до 255 в указываемых точках.

В процессе выполнения лабораторной работы с использованием имеющихся прикладных программ требуется из исходных яркостных перепадов синтезировать тестовое изображение цветowych полос, вычислить значения сигнала яркости, а также цветоразностных сигналов и построить соответствующие осциллограммы.

1. Синтезировать черно-белые изображения с исходными яркостными перепадами для моделирования сигналов в каналах  $R$ ,  $G$  и  $B$ .
2. Из исходных изображений сформировать черно-белое изображение, соответствующее сигналу яркости.
3. Построить осциллограмму сигнала яркости, и измерить величины яркостных перепадов в относительных единицах.

4. Синтезировать аналогичные изображения в основных цветах с заданной насыщенностью.
5. Синтезировать изображение цветных полос с распределением яркостных перепадов, соответствующим п. 3.

#### **Лабораторная работа №4. Покадровая съёмка. (6 часов с использованием МАО)**

**Цель работы:** ознакомиться и освоить основные настройки и органы управления устройства видеозаписи.

**Задачи:** объединиться в творческие группы, общим решением выбрать объект и место съёмки, организовать покадровую съёмку объекта, преобразовать секвенцию и продемонстрировать полученный видеоматериал.

#### **Описание работы.**

Покадровая съёмка (Таймлапс) — это процесс получения видеоряда, посредством съёмки отдельных кадров через паузу. Время паузы - вычисляется отдельно для каждого эпизода. Учитывая, что видеоряд будет воспроизводиться с нормальной скоростью, а для системы PAL - 25 кадров в секунду, время паузы можно рассчитать так:

$$T = \frac{t}{25t'}$$
 где  $t$  - длительность процесса съёмок в сек,  $t'$  - время

полученного видеофрагмента в сек,  $T$  - время паузы между кадрами во время съёмок.

Для начала работы необходимо определиться с объектом съёмки. Это может быть медленно текущий процесс, как например движение облаков. Перемещение объекта съёмки можно осуществлять самостоятельно. Правильный выбор объекта съёмки, в результате даст возможность увидеть динамику медленного процесса.

Установив статично камеру, необходимо выбрать экспозицию, баланс белого, фокус. Камера должна работать в режиме фотоаппарата с максимальным разрешением. Далее ведется запись кадров с интервалом  $T$ . Для оперативной и качественной работы, важно определить функциональные обязанности и распределить их в команде. Полученная секвенция (последовательность кадров) монтируется на базе ПК в видеоредакторе. В результате необходимо получить видеоряд, продолжительностью 7-15 секунд.

В ходе выполнения работы необходимо уделить особое внимание на следующее: на выбор объекта съёмки, на правильную настройку экспозиции, на верно определённый баланс белого и точно установленный фокус.

На втором этапе практического занятия ведётся покадровая съёмка с перемещением камеры по траектории с заранее определённым шагом.

### **Лабораторная работа № 5. Исследование изменений отношения сигнал-шум при формировании телевизионных изображений. (6 часов с использованием МАО)**

#### **Цель работы**

Путем моделирования исследовать влияние освещенности сюжета и времени накопления на характеристики формируемых при этом телевизионных изображений, а именно: отношение на сигнал-шум и на разрешающую способность.

#### **Краткие теоретические сведения**

Шум ограничивает количество информации, передаваемое телевизионной системой, как и любой другой системой связи. Фундаментальным фактором, ограничивающим возможности визуализации уже на входе системы, является шум фотонов в фотонном канале.

Световой поток шумит, поскольку испускается порциями (квантами). Если среднее число (математическое ожидание) фотонов, падающих на единицу площади –  $M=n_0$ , то  $n_1, n_2 \dots n_n$  распределены вокруг  $n_0$  с дисперсией  $D = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (n_i - n_0)^2$  и, соответственно, среднеквадратическим отклонением  $\sigma = \sqrt{D_n}$ . Сигналу соответствует среднее число фотонов  $n_0$ , а шуму – среднеквадратическое отклонение от этого числа –  $\sigma$ .

При этом случайное число фотонов распределяется по закону Пуассона, который описывает такого рода случайные события, принимающие счетное множество возможных значений  $m=0,1,2\dots$  с вероятностью  $p(m) = \frac{\lambda^m}{m!} e^{-\lambda}$ , где  $\lambda$  – параметр распределения, причем,  $\lambda=M=D$ .

К таким событиям относятся, например, также падающие на поверхность капли дождя, число автомобилей, проезжающих через переход в единицу времени и т. п. При большом количестве случайных событий распределение Пуассона часто аппроксимируют Гауссовым (нормальным) законом распределения.

Для того чтобы обеспечить требуемую вероятность  $p(U_{ш} \geq \psi_{пор})$  ложной тревоги (вероятность превышения шумом  $U_{ш}$  заданного порогового значения  $\psi_{пор}$ ) необходимо априорно задать отношение сигнал-шум  $\psi$ , значения для которого принимают кратными среднеквадратическому отклонению шума  $\sigma$ . В этом случае можно пользоваться табулированными значениями функции  $\Phi_0(\psi)$  распределения нормированного и центрированного нормального распределения, представляющей собой определенный интеграл в пределах от 0 до  $\psi$ . Тогда вероятность ложной тревоги будет соответствовать  $p(U_{ш} \geq \psi_{пор}) = 0,5 - \Phi_0(\psi)$ .

На рис. 13 показана плотность вероятности распределения величины шума  $f(\Psi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left(-\frac{\Psi^2}{2}\right)$ , где  $\Psi = m \cdot \sigma$ , а  $m = 0, 1, 2, \dots$ . Соответственно,

функция распределения  $\Phi_0(\Psi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^{\Psi} \exp\left(-\frac{\Psi^2}{2}\right) d\Psi$ .

Вероятность  $P(U_{\text{ш}} \geq \Psi_{\text{пор}})$  появления шумовых флуктуаций  $U_{\text{ш}}$ , превышающих среднее значение на целое число  $\sigma$ , приведена в табл. 1. Так, например, из таблицы 1 видно, что для  $\psi=1$  эта вероятность достаточно велика, для  $\psi=3$  она имеет порядок  $10^{-3}$ , а для  $\psi \geq 6$  становится практически недостоверным событием. Поэтому типичные априорно выбираемые значения для  $\Psi_{\text{пор}} = 3-6$ .

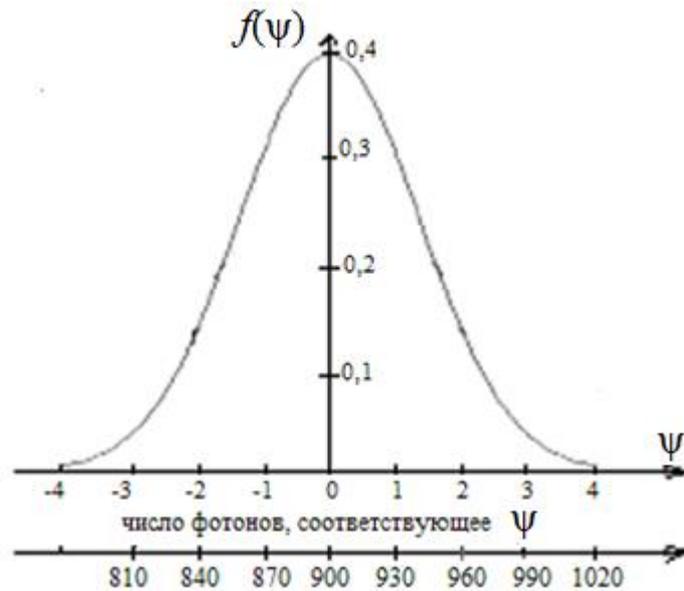


Рис. 13. Распределение величины шума вокруг его среднего значения

Таблица 1

**Значения  $P(U_{\text{ш}} \geq \Psi_{\text{пор}})$  для  $m = 1-6$**

$\Psi_{\text{пор}} = m \cdot \sigma$	$P$
$\sigma$	0,15
$2\sigma$	0,023
$3\sigma$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
$4\sigma$	$3 \cdot 10^{-5}$
$5\sigma$	$3 \cdot 10^{-7}$

6σ	$2 \cdot 10^{-9}$
----	-------------------

Контрастная чувствительность фотоприемника характеризуется величиной порогового контраста объекта, регистрацию которого способна осуществить система при априорно заданном пороговом отношении сигнал/шум. Величина  $\Psi_{\text{пор}}$  непосредственно связана с пороговым контрастом, поскольку контраст  $k = \frac{\Delta B}{B}$  определяется как относительный интервал яркости, отличающий объект от фона.

А. Роуз вывел формулу для фотонного канала, которая связывает пороговый контраст  $K$ , пороговое отношение сигнал-шум  $\Psi_{\text{пор}}$ , разрешающую способность  $1/d$ , где  $d$  – размер элемента разложения, и требуемое для этого среднее число фотонов на единицу площади  $n$ , имеет вид:

$$K = \frac{\Psi_{\text{пор}}}{d\sqrt{n}}.$$

Вывод этой классической формулы основывается на следующих рассуждениях.

Попытаемся мысленно нарисовать при помощи фотонов, число которых в нашем распоряжении неограниченно, изображение черного пятна размером в один элемент разложения с относительным контрастом 100% по отношению к белому фону. Для этого достаточно в каждый элемент изображения «положить» по одному фотону за исключением «черного» элемента.

Таким образом, чтобы при помощи фотонов создать изображение черного пятна размером в один элемент разложения на белом фоне (точечный объект с отрицательным контрастом, в данном случае равном 1), необходимо общее количество фотонов  $N=(M-1)$ , где  $M$  – общее число элементов в изображении. Если число элементов достаточно велико, то  $N \approx M$ .

Усложним задачу и попытаемся мысленно нарисовать при помощи фотонов изображение серого пятна размером в один элемент разложения с

заданным относительным контрастом, например, в 1% по отношению к белому фону. Для этого необходимо использовать большее число фотонов и в каждый элемент изображения «положить» по 100 фотонов за исключением «серого» элемента, в который нужно «положить» 99 фотонов. Следовательно, в каждом элементе нужно увеличить количество фотонов пропорционально значению требуемого относительного контраста.

Таким образом, чтобы создать изображение серого пятна на светлом фоне с заданным относительным контрастом  $0 < K < 1$ , необходимо увеличить количество фотонов в  $1/K$  раз, т.е. требуется  $N \approx M/K$  фотонов.

До сих пор мы не учитывали случайный характер распределения потока фотонов по площади изображения (фотонный шум). Действительно, при наличии в элементах изображения фона по 100 фотонов имеем среднеквадратическое отклонение фотонного шума  $\sqrt{100} = 10$ , уровень сигнала по отношению к фону, равный  $100 - 99 = 1$  и, соответственно, отношение сигнал-шум  $\Psi = (1/10)$ , т.е. меньше единицы, что не позволит нам наблюдать объект с относительным контрастом в 1% на флуктуирующем фоне. Достичь отношения сигнал-шум  $\Psi = 1$  можно только увеличив уровень сигнала до  $100 = 10000 - 9900$ . При этом в каждом элементе фона должно содержаться по 10000 фотонов, а в «сером» элементе 9900 фотонов. Только в этом случае среднеквадратическое отклонение фотонного шума составит  $\sqrt{10000} = 100$ , что и обеспечит единичное отношение сигнал-шум:  $\Psi = (100/100) = 1$ . Следовательно, в каждом элементе нужно еще раз увеличить количество фотонов пропорционально значению требуемого относительного контраста.

Таким образом, чтобы учесть фотонный шум и достичь отношения сигнал-шум  $\Psi = 1$ , необходимо увеличить число фотонов еще в  $1/K$  раз, т.е. потребуется  $N \approx M/K^2$  фотонов.

Если требуется обеспечить априорно заданное пороговое отношение сигнал-шум  $\Psi_{\text{пор}} = 2, 3, 4, 5 \dots k$ , то общее число фотонов снова надо

увеличивать. Действительно, если, например, требуется достичь  $\Psi_{\text{пор}}=5$ , то необходимо увеличить уровень сигнала до  $2500=250000-247500$ . При этом в каждом элементе фона должно содержаться по 250000 фотонов, а в «сером» элементе 247500 фотонов. Только в этом случае среднеквадратическое отклонение фотонного шума составит  $\sqrt{250000}=500$ , что и обеспечит отношение сигнал-шум  $\Psi_{\text{пор}}=(2500/500)=5$ . Следовательно, в каждом элементе нужно еще раз увеличить количество фотонов пропорционально квадрату априорно заданного порогового отношения сигнал-шум.

Таким образом, для обеспечения требуемой вероятности превышения фотонным шумом своего эффективного значения, т. е. для  $\Psi_{\text{пор}}=2,3,4,5\dots k$ , число фотонов необходимо увеличить еще в  $\Psi_{\text{пор}}^2$  раз, т. е. сделать  $N \approx M \Psi_{\text{пор}}^2 / K^2$ .

До сих пор в рассуждениях мы рассматривали общее число фотонов  $N$  и число фотонов в элементе изображения. Учтем размер элемента разложения и перейдем к среднему числу  $n$  фотонов, приходящихся на единицу площади.

Поскольку число элементов изображения  $M=S/S_{\text{эл}}$ , где  $S$  и  $S_{\text{эл}}$ , соответственно, площадь изображения и площадь элемента, а элемент разложения – это квадрат с линейным размером  $d$ , имеем  $N=S \Psi_{\text{пор}}^2 / d^2 K^2$ . А с учетом того, что среднее число фотонов на единицу площади  $n=N/S$ , получаем выражение  $n= \Psi_{\text{пор}}^2 / d^2 K^2$  или, соответственно, формулу Роуза (1).

Таким образом, из формулы А. Роуза видно, что существует взаимообмен между контрастной чувствительностью телевизионной системы, ее разрешающей способностью, освещенностью (светимостью) визуализируемого объекта и требуемым качеством изображения, которое определяется априорно задаваемым отношением сигнал-шум.

Поэтому чтобы улучшить пороговый контраст при заданном пороговом отношении сигнал-шум в системе необходимо или повысить освещенность,

либо увеличить размер элемента разложения и тем самым потерять в разрешающей способности.

На практике широко используется подход, согласно которому счет фотоэлектронов и является счетом фотонов. При этом имеется в виду, что полупроводник имеет квантовый выход  $\eta \approx 100\%$ , а изготовленный из этого полупроводника фотоприемник в силу отражения и технологического ограничения фоточувствительной площади обладает, так называемой, квантовой эффективностью  $a$ , причем,  $0 \leq a \leq 1$ . Считается, например, что стандартный фотоприемник из кремния с внутренним фотоэффектом имеет на  $\lambda = 0,7$  мкм квантовую эффективность приблизительно  $a = 50-60\%$ , которая падает до  $10-20\%$  на границах диапазона спектральной чувствительности  $\lambda = 1,0$  мкм.

В результате среднее число фотонов  $N_1$  равно среднему числу фотоэлектронов  $N_2$  с поправкой на величину квантовой эффективности  $a$ . При этом исходят также из того, что число фотонов, попадающих в элемент фотоприемника за единицу времени, является случайной величиной, распределенной по закону Пуассона. Таким образом, среднеквадратическое отклонение (СКО) фотонного шума  $\sigma_1 = \sqrt{N_1}$  и отношение сигнал-шум для фотонного канала  $\Psi_1 = \frac{N_1}{\sigma_1} = \sqrt{N_1}$ .

Такая модель процесса фотоэлектронного преобразования является детерминированной (рис.5), и с электрической точки зрения она может быть сведена к резистивному делителю напряжения с коэффициентом передачи  $a$ . Иными словами, множеству  $X = [X_1, X_2 \dots X_i \dots X_n]$ , где  $X_i$  – случайное число фотонов, попавших в элемент фотоприемника в единицу времени, однозначно соответствует множество  $Y = [Y_1, Y_2 \dots Y_i \dots Y_n]$ , где  $Y_i$  – случайное число фотоэлектронов, образовавшихся в этом элементе фотоприемника, причем,  $Y_1 = aX_1, Y_2 = aX_2 \dots Y_i = aX_i \dots Y_n = aX_n$ .

Таким образом, согласно детерминированной модели, математическое ожидание и СКО на выходе процесса фотоэлектронного преобразования в

диапазоне значений квантовой эффективности  $0 \leq a \leq 1$  равно, соответственно,  $N_2 = aN_1$  и  $\sigma_2 = \sqrt{aN_1}$ , а отношение сигнал-шум равно  $\Psi_2 = \sqrt{aN_1}$ . Каскады радиоэлектронного устройства удобно характеризовать коэффициентом мощности шума. Будем считать звено фотоэлектронного преобразования линейным, в котором коэффициент мощности шума соответствует величине  $F = \frac{\Psi_1^2}{\Psi_2^2} = \frac{1}{a}$ . В идеальном (при  $\eta=1$ ,  $a=1$ ) случае  $F=1$ . В свою очередь величина порогового контраста  $K$  на выходе и входе звена связана через коэффициент мощности шума выражением  $K_2 = K_1 \sqrt{F}$ .

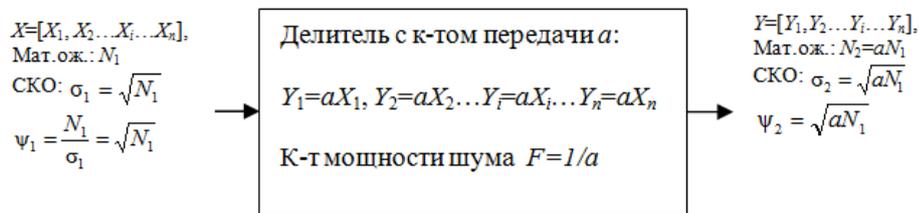


Рис. 14. Математическая модель фотоэлектронного преобразования

Детерминированная модель наиболее проста, обладает достаточной точностью и находится в полном соответствии с практическим выражением для вычисления порогового контраста (контрастной чувствительности), в котором учитываются, как параметры оптики, так и параметры фотоприемного устройства:

$$K^2 = \frac{2 \cdot \psi_{\text{пор}}^2}{E \cdot (k_o + k_\phi) \cdot \left(\frac{D}{f}\right)^2 \cdot \tau \cdot N \cdot \eta \cdot d^2 \cdot T_n},$$

где  $\psi_{\text{пор}}$  – пороговое отношение сигнал/шум;

$E$  – освещенность объекта, лк;

$k_o$  – коэффициент отражения объекта;

$k_{\phi}$  – коэффициент отражения фона;

$\frac{D}{f}$  – относительное отверстие объектива;

$\tau$  – коэффициент пропускания объектива;

$N$  – потенциально допустимое ПЗС число фотонов на площади  $1 \text{ см}^2$  за время  $1 \text{ с}$  при освещенности  $1 \text{ лк}$ ;

$\eta$  – квантовый выход матрицы ПЗС;

$d^2$  – площадь элемента,  $\text{см}^2$ ;

$T_{\text{н}}$  – время накопления матрицы,  $\text{с}$ .

### **Порядок выполнения работы**

Лабораторная работа выполняется на компьютерном оборудовании с использованием прикладного программного обеспечения Videomix, Gel Analysis. Программное обеспечение имеет простой, интуитивно понятный интерфейс, а также содержит встроенный справочник и всплывающие подсказки.

Программа Videomix позволяет суммировать сигналы двух изображений с заданными весовыми коэффициентами.

Программное обеспечение Gel Analysis позволяет строить осциллограммы сигнала яркости вдоль выделенной строки изображения и производить измерение величины сигнала в относительных единицах (градациях) от 0 до 255 в указываемых точках.

В процессе выполнения работы используются файлы, содержащие синтезированные и реальные телевизионные изображения.

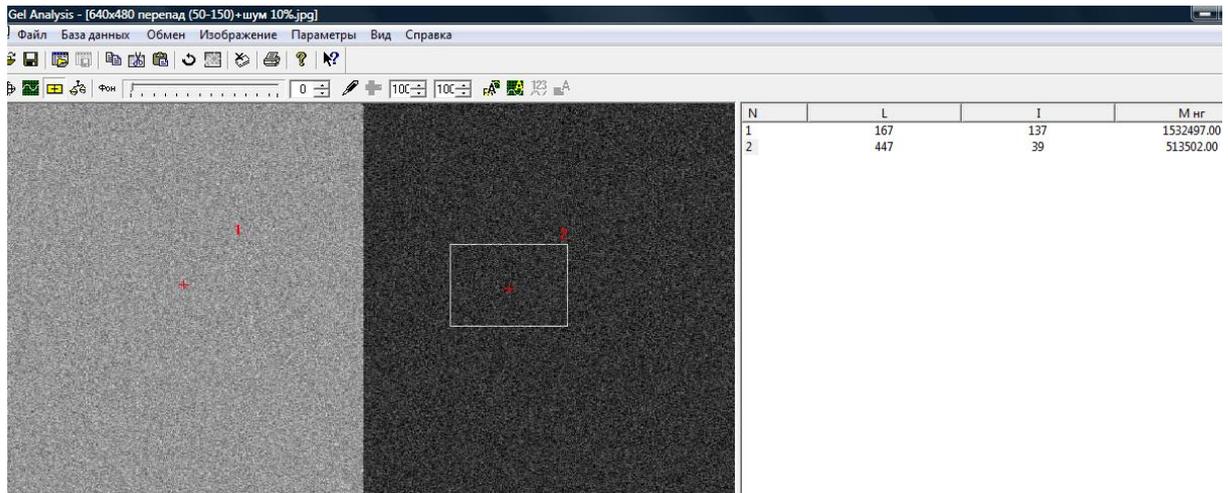


Рис. 15. Пример оценки математического ожидания сигнала и фона в синтезированном яркостном перепаде



Рис. 16. Пример формирования случайной выборки для оценки дисперсии шума в синтезированном яркостном перепаде

В процессе выполнения лабораторной работы с использованием имеющихся прикладных программ требуется построить соответствующие осциллограммы, выполнить оценку среднего значения сигнала, а также эффективного значения шума и определить зависимости отношения сигнал-шум от освещенности сюжета.

На основе предварительного изучения теоретической части и возможностей лабораторного оборудования студенты детально разрабатывают программу экспериментальных исследований самостоятельно, уточняя ее с преподавателем в процессе разработки.

### **Лабораторная работа №6. Монтаж видеоматериала. (6 часов)**

Лабораторная работа открывается постановкой творческой задачи, реализующей принцип проблемности. Таким образом используется проблемный и исследовательский метод активного обучения.

**Цель работы:** понять принципы и приёмы монтажа, освоить инструментарий видеоредактора.

#### **Задачи:**

4. При помощи видеоредактора восстановить перемонтированный видеофрагмент до первоначального состояния.
5. Снять видеоматериал согласно "монтажной фразе", собрать "монтажную фразу" при помощи видеоредактора.
6. Смонтировать видеофрагмент на основе музыкального ритма.

#### **Описание работы**

Каждая творческая группа слушателей получает исходный видеоролик. Его необходимо разбить на 20 частей произвольной длительности при помощи видеоредактора. Получившиеся фрагменты нужно перемешать, чтобы сюжет видеоролика был нарушен. Затем подгруппы обмениваются результатами. Теперь стоит задача провести реконструкцию видеоролика. Необходимо найти раздробленные части ролика и расположить их в изначальном порядке.

Во втором задании "монтажную фразу" следует понимать, как отображение на экране цепи непрерывных действий кадрами разной крупности и ракурсов. Для этого творческой группе необходимо записать

одни и те же движения персонажей несколько раз. Каждый новый дубль снимается с нового ракурса. В монтажной фразе должны быть и крупные и общие планы. Полученные кадры собираются так, что движение в одном кадре точно продолжается в следующем.

Третье задание требует определить ритм и его изменения в музыкальном фрагменте и монтировать кадры согласно ритмическому рисунку.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Формирование и первичная обработка видеосигнала» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Устройства формирования изображения	ОПК-1, ПК-2,	знает	УО-4 Дискуссия, ПР-1 тест	ПР-8 Портфолио
			умеет	ПР-6 Лабораторная работа	ПР-8 Портфолио
			владеет		
2	Первичная обработка видеоизображения	ОПК-1, ПК-2,	знает	ПР-1 тест, УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			умеет	ПР-6 Лабораторная работа	ПР-8 Портфолио

		владеет	
		владеет	

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Мамчев Г.В. Технические средства телевизионного вещания [Электронный ресурс]: монография / Г.В. Мамчев. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 324 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69038.html>
2. Ишанин, Г.Г. Приемники оптического излучения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.Г. Ишанин, В.П. Челибанов; под ред. В. В. Коротаяева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 304 <https://e.lanbook.com/book/53675>
3. Гольдштейн А.Е. Физические основы получения информации [Электронный ресурс] : учебник / А.Е. Гольдштейн. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2010. — 292 с. — 978-5-98298-650-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34730.html>
4. Якушенков Ю.Г. Основы оптико-электронного приборостроения [Электронный ресурс] : учебник / Ю.Г. Якушенков. — Электрон.

текстовые данные. — М. : Логос, 2013. — 376 с. — 978-5-98704-652-4.  
— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14323.html>

### **Дополнительная литература**

1. Легкий В.Н. Оптоэлектронные элементы и устройства систем специального назначения [Электронный ресурс] : учебник / В.Н. Легкий, Б.В. Галун, О.В. Санков. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 455 с. — 978-5-7782-1777-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47705.html>
2. Грязин Г.Н. Основы и системы прикладного телевидения [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Г.Н. Грязин. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Политехника, 2016. — 276 с. — 978-5-7325-1099-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59515.html>
3. Мелкумов А.С. Стереоскопический кинематограф [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Мелкумов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Всероссийский государственный университет кинематографии имени С.А. Герасимова (ВГИК), 2013. — 142 с. — 978-5-87149-145-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30641.html>
4. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Л. Киселев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 316 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91904>

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

**«Интернет»**

1. Very Small Form Factor VGA Camera Module ES2199M Product Brief, 1.3 Mega-Pixel CMOS Sensor Module ES2216M Product Brief [Электронный ресурс]: ESS Technology, Inc. – Режим доступа: [www.esstech.com](http://www.esstech.com)
2. Evaluation module [Электронный ресурс]: OmniVision Technologies. – Режим доступа: <http://www.ovt.com/uploads/evaluationmod/>
3. Wafer-Level Cameras. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.aptna.com/products/wafer-level\\_cameras/mt9v113m02stc/#overview](http://www.aptna.com/products/wafer-level_cameras/mt9v113m02stc/#overview)
4. "Cinema5D". Портал о последних технических новинках в области видеопроизводства <https://www.cinema5d.com/>
5. Научная библиотека ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Моноблоки Lenovo C360G-I34164G500UDK, подключенные к общекорпоративной компьютерной сети ДВФУ и сети Интернет;
2. Мультимедийная (презентационная) система. Проектор PT-DZ110XE Panasonic, проекционный экран.
3. Операционная система Windows 7;
4. Adobe Photoshop CC - прикладная компьютерная программа;
5. Adobe Premiere Pro CC - прикладная компьютерная программа;
6. Camera Raw - прикладной компьютерный модуль;
7. Raw Therapee - прикладная компьютерная программа.
8. Videomix - прикладная компьютерная программа.
9. Gel Analysis - прикладная компьютерная программа.
10. Платформа Microsoft Teams

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекции и лабораторные работы проводятся в специализированных лабораториях. "Лаборатория визуальных технологий" (Е-728) предназначена для проведения лабораторных занятий. Здесь размешено осветительное оборудование в виде направленных и рассеянных источников света, видео штативы, съёмочная аппаратура аналоговых и цифровых форматов. Также лаборатория оборудована мультимедийным оборудованием для просмотра и анализа видеоизображения. В "Лаборатории современных технологий беспроводной связи" (Е-727) установлены компьютеры с программным обеспечением, которое позволяет проводить практические занятия по обработке и монтажу видеоматериала. Все занятия или их часть может быть переведена в дистанционный формат в Microsoft Teams. Об этом будет сообщено до начала занятий в дистанционном формате.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
**(ДФУ)**

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Формирование и первичная обработка видеосигнала

Направление подготовки **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**  
профиль Системы радиосвязи и радиодоступа

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2019**

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине  
студентов очной формы обучения**

<b>№</b>	<b>Сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
<b>1</b>	В период между 1-ой лекцией и 1-ой лабораторной работой	Изучение теоретического материала, необходимого для успешного проведения лабораторной работы	8 часов в течении 7 календарных дней	Устный опрос, защита лабораторной работы
<b>2</b>	В период между 1-ой и 2-ой лабораторными работами	Изучение теоретического материала, необходимого для успешного проведения лабораторной работы	8 часов в течении 7 календарных дней	Устный опрос, защита лабораторной работы
<b>3</b>	В период между 2-ой и 3-ей лабораторными работами	Изучение теоретического материала, необходимого для успешного проведения лабораторной работы	8 часов в течении 7 календарных дней	Устный опрос, защита лабораторной работы
<b>4</b>	В период между 4-ой и 5-ой лекциями	Повторение пройденного материала, подготовка к тесту	6 часов в течении 7 календарных дней	Тест
<b>5</b>	В период между 3-ей и 4-ой лабораторными работами	Изучение теоретического материала, необходимого для успешного проведения лабораторной работы	8 часов в течении 7 календарных дней	Устный опрос, защита лабораторной работы
<b>6</b>	В период между 4-ой и 5-ой лабораторными работами	Изучение теоретического материала, необходимого для успешного проведения лабораторной работы	8 часов в течении 7 календарных дней	Устный опрос, защита лабораторной работы
<b>7</b>	В период между 5-ой и 6-ой лабораторными работами	Изучение теоретического материала, необходимого для успешного проведения лабораторной работы	8 часов в течении 7 календарных дней	Устный опрос, защита лабораторной работы
<b>8</b>	После 9-ой лекции	Повторение пройденного материала, подготовка к экзаменационному тесту	36 часов в течении 7 календарных дней	Тест

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение 9 семестра	Закрепление лекционного материала	30 часов	Проверка конспектов, опрос
2	В период между 9 и 10 семестром	Изучение материала указанного в теоретической части, но не пройденного в рамках лекций	38 часов	Опрос, тест
3	В течение 10 семестра	Закрепление лекционного материала	30 часов	Проверка конспектов, опрос
4	В течение 9 и 10 семестра	Подготовка к лабораторным работам	21 часов	Опрос
5	В течение 10 семестра	Подготовка к экзамену	9 часов	Экзамен, представление портфолио

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Успешное освоение дисциплины основывается на систематической повседневной работе обучающегося. Самостоятельная работа предполагает работу с литературой, нормативными документами, интернет-ресурсами, предложенными преподавателем, а также посещение консультаций, проводимых преподавателем. Систематизация материала может проводиться в виде конспектов, табличном варианте и другими способами, удобными для обучающегося.

### Методические указания к написанию конспекта

Конспект может быть выполнен в печатной или письменной форме.

Основные требования к конспекту:

1. Тема изучаемого материала,

2. Запись основных понятий, определений, закономерностей, формул, и т.д.,

3. Заключение по пройденному материалу,

4. Список использованных источников.

Конспекты дополняются материалами, полученными при проработке дополнительной литературы.

### **Методические указания к выполнению лабораторной работы**

Лабораторная работа – вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков. Лабораторные работы являются неотъемлемой частью изучения дисциплины «Формирование и первичная обработка видеосигнала».

Для каждой лабораторной работы разработаны методические указания, в которых приведены: цель работы, содержание работы, защита работы, варианты заданий, методические указания и контрольные вопросы. Все лабораторные работы посвящены изучению прикладного программного обеспечения и его применению для решения задач в области инфокоммуникаций.

На первой лабораторной работе обучающиеся создают личную папку с уникальным именем (Фамилия.инициалы\_группа\_год), где сохраняют все последующие результаты работ. В конце каждой лабораторной работы, выполненное задание предъявляется по требованию преподавателя для защиты. В процессе защиты предлагается ответить на контрольные вопросы.

### **Методические указания по подготовке к зачёту**

Обучающийся должен своевременно выполнять текущие лабораторные работы и защищать их во время занятий или на консультации.

Для каждой лабораторной работы приведены контрольные вопросы. Эти вопросы предназначены для самостоятельного оценивания обучающихся

по результатам выполнения работ. Для подготовки к лабораторным работам требуется изучение лекционного материала, уверенное знание ответов на контрольные вопросы для закрепления материала.

К концу семестра обучающийся должен отчитаться по всем лабораторным занятиям. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не отраженные в лабораторных работах, закрепляются обучающимися во время самостоятельной работы.

При подготовке к эзачёту необходимо представить Портфолио и повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посетить консультации. Экзамен проставляется по результатам рейтинга. Для зачёта необходимо набрать не менее 61 балла.

Структура Портфолио:

1. результаты пройденных тестов;
2. отчеты выполненных лабораторных работ;
3. результаты дискуссий.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Формирование и первичная обработка видеосигнала»**  
**Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**  
**профиль Системы радиосвязи и радиодоступа**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2019**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-1</b> - Способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	Знает	тенденции развития визуальных технологий; ближайшие цели, преследуемые научно-исследовательскими коллективами в области формирования и первичной обработки видеосигнала.
	Умеет	выстраивать оптимальную схему работы коллектива; планировать этапы долгосрочной экспериментальной работы; проводить экспертную оценку результатов экспериментов; участвовать в научных исследованиях в группе, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы.
	Владеет	методикой поиска нестандартных технических решений для организации съёмочного процесса в сложных и ограниченных условиях;
<b>ПК-2</b> - Способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	Знает	современный уровень, основные тенденции и перспективы развития инфокоммуникационных технологий; основы работы с источниками научно-технической информации.
	Умеет	изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт при проведении элементарных НИР в области инфокоммуникаций.
	Владеет	первичными навыками изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта при проведении НИР в области инфокоммуникаций.

№	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Техника и технологии аудио-видеозаписи	ОПК-1, ПК-2,	знает	УО-4 Дискуссия, ПР-1 тест	ПР-8 Портфолио
			умеет	ПР-6 Лабораторная работа	ПР-8 Портфолио
			владеет		
2	Обработка и хранение аудио-видеоинформации	ОПК-1, ПК-2,	знает	ПР-1 тест, УО-4 Дискуссия	ПР-8 Портфолио
			умеет	ПР-6 Лабораторная работа	ПР-8 Портфолио
			владеет		
			владеет		

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Видеотехника»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	показатели	баллы
ПК-2. Способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	знает (пороговый уровень)	современный уровень, основные тенденции и перспективы развития технологий в области видеопроизводства; основы работы с источниками научно-технической информации.	знание терминов, понятий, основных процессов видеопроизводства, понимания принципа подрядной работы в рамках видеопроизводства, знание видов деятельности структурных подразделений предприятий телевидения видеопроизводства.	способность сформулировать техническое задание, адресованное сторонней проектной организации; способность к критичной оценке сторонних экспертных оценок;	45-64
	умеет (продвинутый)	изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт при проведении элементарных НИР в области видеотехники.	грамотность оформления заданий смежным подрядным коллективам; точность и ясность изложения технических решений;	способность к совместной коллективной деятельности в разработке проектной документации;	65-84

	владеет (высокий)	первичными навыками изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта при проведении НИР в области видеотехники.	эффективность взаимодействия всех участников телевизионного производственного процесса;	уверенная координация взаимодействия как между членами основного коллектива так и между подрядными организациями;	85-100
ОПК-1. Способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	знает (пороговый уровень)	тенденции развития визуальных технологий; ближайшие цели, преследуемые научно-исследовательскими коллективами в области визуальных инфокоммуникаций.	осведомленность о новейших и об ожидаемых технологических решениях и научных открытиях в области визуальных инфокоммуникаций; ясность понимания основных слабых и устаревающих звеньев в технико-технологической цепи видеопроизводства; представление о методах аналитической и экспериментальной работы;	способность понимать термины и характеристики спецификаций аудиовизуальной аппаратуры; способность находить необходимую техническую документацию в различных источниках;	45-64
	умеет (продвинутый)	планировать этапы долгосрочной экспериментальной работы; проводить экспертную оценку результатов экспериментов; участвовать в научных исследованиях в группе, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы.	оптимальность подбора лабораторного оборудования для организации исследовательской работы; методичность в постановке эксперимента; оперативность в поиске технической документации для проведения технической оценки и экспертизы; точность в качественной оценке новой технологии или аппаратуры;	способность указать технико-технологические элементы аудио-видеоаппаратуры, требующие реконструкции, видоизменения или новых принципиальных решений; способность к поиску и быстрому освоению новых визуальных технологий;	65-84

	владеет (высокий)	методикой поиска нестандартных технических решений для организации съёмочного процесса в сложных и ограниченных условиях;	эффективность процесса поиска и освоения новых технологий; креативность и смелость в экспериментальной и творческой деятельности; нестандартность и новизна решений в организации экспериментальных и исследовательских работ; целесообразность и эффективность рационализаторских предложений;	способность определять недостатки существующих технологий в области визуальных инфокоммуникаций и предполагать возможные пути их решения в будущем; способность к экспериментальному поиску	85-100
--	-------------------	---	---	---	--------

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся является обязательной. Для получения положительной оценки на экзамене необходимо сформировать свое портфолио, которое состоит из результатов заданий и работ оценочных средств текущей аттестации. Возможно применение рейтинг-плана. При его наличии преподаватель ознакомит студентов с его содержанием и сроками контрольных мероприятий.

### **Портфолио по дисциплине «Формирование и первичная обработка видеосигнала»**

#### **1 Структура портфолио:**

- результаты пройденных тестов;
- конспект самостоятельной работы по закреплению лекционных тем;
- отчеты выполненных лабораторных работ;

- результаты дискуссий.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене  
по дисциплине «Формирование и первичная обработка видеосигнала»**

По итогам семестра все баллы суммируются и учитываются на промежуточной аттестации (экзамене).

<b>Баллы (рейтинго вой оценки)</b>	<b>Оценка</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
100-85	<i>зачтено</i>	«Зачтено» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причём не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач.
60-50	<i>незачтено</i>	Незачёт выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, отметка «незачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

**Перечень тем для дискуссии по дисциплине «Формирование и  
первичная обработка видеосигнала»**

1. Особенности передачи изображения
2. Телевизионный сигнал и его характеристики
3. Цвет и его характеристики
4. Трёхмерное представление цвета
5. Способы получения цветного изображения

6. Восстановление постоянной составляющей яркостного сигнала
7. Частотные каналы телевизионного вещания
8. Стандарты телевизионного вещания
9. Разделение сигналов изображения и звукового сопровождения
10. Сжатие видеосигналов
11. Семейство алгоритмов MPEG. Стандарт сжатия движущихся изображений MPEG-2
12. Кодирование кадров
13. Компенсация движения и дискретно-косинусное преобразование
14. Профили и уровни стандарта MPEG-2
15. Алгоритм MPEG-4

В ходе дискуссии студент, озвучивая точные верные данные по теме обсуждения, а также отвечая на вопросы устного экспресс-опроса, получает баллы, согласно критериям оценки.

#### **Критерии оценки работы студента в рамках дискуссии:**

- 5-4 балла выставляется студенту, если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

- 3-2 балла выставляется студенту, если ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение

терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

- 1 балл выставляется студенту, если оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

Баллы не выставляются студенту, если ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности.

### **Критерии оценки защиты лабораторной работы**

<b>Оценка лабораторной работы</b>	<b>Критерии оценки защиты лабораторной работы</b>
<i>«зачтено»</i>	Защита лабораторной работы принимается, если студент глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе и верно ответил на все заданные преподавателем контрольные вопросы, предоставил отчет по проведению лабораторной работы, содержание которого соответствует указанным требованиям.
<i>«не зачтено»</i>	Защита лабораторной работы не принимается если студент не

	ответил верно на все заданные преподавателем контрольные вопросы, не предоставил отчет по проведению лабораторной работы, содержание которого соответствует указанным требованиям.
--	--

### **Содержание отчета лабораторной работы №1.**

1. Название работы и ее цель.
2. Параметры качества телевизионного изображения: количество градаций яркости, четкость по вертикали и горизонтали, величина геометрических искажений.
3. Условия съемки объектов, при которых нарушается фокусировка.
4. Временные диаграммы видеосигнала и его параметры для различных испытательных изображений.

### **Контрольные вопросы защиты лабораторной работы №1.**

1. Как яркостный сигнал связан с сигналами основных цветов?
2. Чем отличается композитный сигнал от компонентного?
3. Что входит в состав оптико-механической части видеокамеры?
4. Как работают линейка и матрица ПЗС?
5. Как с помощью одной матрицы ПЗС сформировать сигналы основных цветов?
6. Как построены матрицы ПЗС с межстрочным, строчно-кадровым переносом и активной ячейкой?
7. Какие операции выполняют процессоры цифровой обработки и цифровых функций?
8. Как работают активные и пассивные САФ?
9. Какие существуют цифровые режимы видеокамеры и как они обеспечиваются?
10. Какие существуют функции съемки видеокамеры?
11. Перечислите функции воспроизведения видеокамеры.
12. Как функции и состояние видеокамеры отображаются на экране?

### **Содержание отчета лабораторной работы №2.**

1. Название работы и ее цель.
2. Технические характеристики видеокамеры.
3. Результаты измерения качества телевизионного изображения.
4. Выводы о соответствии качества изображения техническим характеристикам видеокамеры.

### **Контрольные вопросы защиты лабораторной работы №2.**

1. Изобразите форму видеосигнала с выхода видеокамеры для испытательного изображения в виде шахматного поля.
2. Какие существуют устройства для преобразования изображения в электрический сигнал?
3. Поясните работу ПЗС матрицы.
4. Какие параметры матрицы определяют ее разрешающую способность?
5. Какие параметры матрицы определяют ее чувствительность?
6. Как работает электронный затвор?
7. Как оценивается отношение сигнал/шум?
8. Какой параметр видеосигнала изменяется при использовании гамма-корректора?
9. Как оценить четкость по вертикали и горизонтали?
10. Как определить количество градаций яркости?

### **Содержание отчета лабораторной работы №3.**

1. Краткое описание процесса лабораторной работы с вставкой соответствующих рисунков, полученных в ходе экспериментов.
2. Таблицы с полученными экспериментальными данными и проведенными вычислениями.

3. Выводы по результатам работы.

### **Контрольные вопросы защиты лабораторной работы №3.**

1. Как сформировать сигнал яркости из сигналов цветности?
2. Для чего и каким образом формируют цветоразностные сигналы?
3. Нарисуйте форму цветоразностных сигналов, получаемых в данной лабораторной работе.
4. Объясните соответствие цветов в полосах смешиваемым сигналам цветности.
5. Приблизительно определите координаты цветов для каждой из цветных полос на цветовом графике.

### **Критерии оценки лабораторной работы №4.**

Лабораторная работы считается зачтённой, если выполнены следующие требования:

- правильный выбор объекта съёмки;
- правильная настройка экспозиции;
- верно определённый баланс белого;
- точно установленный фокус.

### **Содержание отчета лабораторной работы №5.**

1. Краткое описание процесса лабораторной работы с вставкой соответствующих рисунков, полученных в ходе экспериментов.
2. Таблицы с полученными экспериментальными данными и проведенными вычислениями.
3. Выводы по результатам работы.

### **Контрольные вопросы защиты лабораторной работы №5**

1. Каковы ограничения, действующие в фотонном канале?

2. Какими параметрами характеризуется фотоприемник?
3. Как зависит отношение сигнал-шум от освещенности сюжета?
4. Каким образом изменяется разрешающая способность при изменении освещенности сюжета?

### **Критерии оценки лабораторной работы №6**

Лабораторная работы считается зачтённой, если была соблюдена первоначальная последовательность смонтированного видеоматериала, в готовом видеофрагменте отсутствуют микрокадры.

### **Перечень тем, вынесенных в тесты текущей аттестации**

1. Технические параметры и характеристики матричных фотоприемников на ФПЗС.
2. Основные параметры и характеристики КМОП-фотоприемников.
3. Объектив. Фокусное расстояние и угол обзора.
4. Объективы с фиксированным фокусным расстоянием.
5. Широкоугольные и длиннофокусные объективы.
6. Объективы с переменным фокусным расстоянием.
7. Число диафрагмы и относительное отверстие объектива.
8. Основные принципы аналого-цифрового преобразования видеосигнала. Дискретизация ТВ сигналов.
9. Предварительная обработка ТВ сигналов.
10. Методы сжатия спектра.
11. Цифровой видеосигнал высокой четкости.
12. Цвет в телевидении высокой четкости.
13. Передача данных стандартов ТВЧ.
14. Методы сжатия без потери информации .
15. Алгоритм сжатия RLE.

16. Алгоритм Хаффмана.
17. Методы сжатия с потерей информации.
18. Использование методов преобразования сигналов.
19. Дискретное косинусное преобразование.
20. Алгоритм сжатия изображения JPEG.
21. Методы межкадрового сжатия.
22. Семейство алгоритмов MPEG. Алгоритм MPEG-4.
23. Методы цифровой видеозаписи на физические носители
24. Принципы и средства реализации алгоритмов ЦОС и элементами систем проектирования
25. Методы и средства дискретизации аудио- и видеосигналов и ошибки, порождаемые этими процессами;
26. Методы ортогональных преобразований (разложений) используемые в задачах компрессии и кодирования
27. Принципы построения речевых, звуковых и видеокодеков
28. Особенности построения, основные характеристики цифровых процессоров обработки сигналов и принципы проектирования систем на их основе
29. Методы выделения и классификации движущихся объектов
30. Методы классификации объектов. Алгоритмы слежения за объектами
31. Адаптивные методы распознавания образов и классификации
32. Алгоритмы для обнаружения и детектирования оставленных объектов
33. Методы распознавания текстовой информации.

## **Критерии оценки тестов**

Оценка по результатам письменного теста ставится в строгом соответствии с числом верных ответов. Каждый тест содержит 10 вопросов. Таким образом, студент может получить максимум 10 баллов, минимум – ноль.

## **Примеры тестовых вопросов**

После демозаикинга объём данных изображения:

1. увеличивается
2. уменьшается
3. не изменяется

Какую информацию несёт уровень заряда пикселя?

1. значение яркости света в данной точке
2. значение частоты света в данной точке

Динамический диапазон в киноплёнке расширяется за счёт:

1. применения галоидов серебра разного размера
2. применения галоидов серебра как можно большего размера
3. применения галоидов серебра как можно меньшего размера

В трехматричных телевизионных камерах используются:

1. монохромные сенсоры
2. цветные сенсоры с паттерном Байера

Дисперсионная призма в телевизионных камерах служит для:

1. разделения сфокусированного света на три компоненты R, G и B
2. подавления хроматических aberrаций

## **Критерии оценки конспектов самостоятельной работы**

<b>Оценка</b>	<b>0 баллов</b>	<b>1-9 баллов</b>	<b>10-19 баллов</b>	<b>20 баллов</b>
<b>Раскрытие проблемы</b>	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы