

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра управления в технических системах

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

« _____ » _____ 201__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ**

Б1.В.16

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Многоканальные телекоммуникационные системы

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Стр.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	4
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	8
4.3 Лабораторные работы.....	35
4.4 Практические занятия.....	35
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	36
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	37
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	37
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	37
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	37
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ практических работ	37
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	43
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	43
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	44
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	49
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	49
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	50

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к экспериментально-исследовательскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Изучение общих принципов построения и функционирования цифрового оборудования телевизионных и радиовещательных студий, ознакомление студентов с технологией цифрового производства телевизионных и радиовещательных программ.

Задачи дисциплины

Обучить студентов знанием теории и практики современных технологий цифрового телерадиовещания.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-3	Способность владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах - основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать основные технические требования к телекоммуникационным сетям и системам <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - техникой инженерной и компьютерной графики (ввод, вывод, отображение, преобразование и редактирование графических объектов на компьютере).
ПК-13	Способность осуществлять подготовку типовых технических проектов на различные инфокоммуникационные объекты	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением новой телекоммуникационной техники; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками расчета внешних характеристик систем передачи данных.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.16 Технологии цифрового телевидения относится к вариативной части.

Дисциплина технологии цифрового телевидения базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин Б1.Б.16 Вычислительная техника и информационные технологии, Б1.Б.18 Электромагнитные поля и волны.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, технологии цифрового телевидения представляет основу для изучения дисциплины: Б1.В.17 Спутниковые и наземные системы радиосвязи

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	6	72	36	18	-	18	36	-	Зачет
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			6
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	36	-	36
Лекции (Лк)	18	-	18
Практические работы (ПР)	18	-	18
Индивидуальные (групповые) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	36	-	36
Подготовка к практическим работам	18	-	18
Подготовка к зачету в течение семестра	18	-	18
III. Промежуточная аттестация зачет	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины час.	72	-	72
зач. ед.	2	-	2

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	практические работы	
1	2	3	4	5	6
1.	Введение. Принципы радиосвязи.	9	3	-	6
1.1.	Введение в радиосвязь	3	1	-	2
1.2.	Распространение сантиметровых, дециметровых и метровых радиоволн.	3	1	-	2
1.3.	Распространение гектометровых, километровых и мириаметровых волн.	1,5	0,5	-	1
1.4.	Параметры и характеристики антенн	1,5	0,5	-	1
2.	Радиопередающие устройства.	9	3	-	6
2.1.	Основные функциональные узлы радиопередатчика	1,5	0,5	-	1
2.2.	Технические показатели радиопередатчика	1,5	0,5	-	1
2.3.	Особенности усилителей мощности радиопередающих устройств	1,5	0,5	-	1
2.4.	Генерирование высокочастотных колебаний	1,5	0,5	-	1
2.5.	Принципы стабилизации частоты.	3	1	-	2
3.	Радиоприемные устройства.	9	3	-	6
3.1.	Назначение и виды радиоприемных устройств	3	1	-	2
3.2.	Основные показатели радиоприемных	3	1	-	2

	устройств				
3.3.	Структурные схемы радиоприемников	3	1	-	2
4.	Физические основы телевидения.	27	3	18	6
4.1.	Основные характеристики зрительного анализатора	7	1	4	2
4.2.	Колориметрическое определение цвета	7	1	4	2
4.3.	Цветовая система XYZ	6,5	0,5	5	1
4.4.	Параметры воспроизводимых телевизионных изображений	6,5	0,5	5	1
5.	Формирование телевизионного сигнала.	9	3	0	6
5.1.	Форма полного телевизионного сигнала	1,5	0,5	-	1
5.2.	Спектральный состав телевизионного сигнала	1,5	0,5	-	1
5.3.	Принципы формирования сигналов в системах цветного телевидения	1,5	0,5	-	1
5.4.	Общие принципы построения системы цифрового телевидения	1,5	0,5	-	1
5.5.	Дискретизация и квантование телевизионного сигнала	1,5	0,5	-	1
5.6.	Стандарт кодирования MPEG-2	1,5	0,5	-	1
6.	Сети телевизионного вещания.	9	3	-	6
6.1.	Структура передающей сети телевизионного вещания	1,5	0,5	-	1
6.2.	Принципы спутникового вещания	1,5	0,5	-	1
6.3.	Спутниковые системы распределения	1,5	0,5	-	1

	телевизионных программ				
6.4.	Передача цифровых сигналов MPEG-2/DVB-S по спутниковым каналам	1,5	0,5	-	1
6.5.	Особенности построения приемопередающих устройств системы непосредственного телевизионного вещания	3	1	-	2
	ИТОГО	72	18	18	36

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

1. ВВЕДЕНИЕ. ПРИНЦИПЫ РАДИОСВЯЗИ.

1.1. Введение в радиосвязь.

В конце XIX века были открыты и исследованы свойства невидимых электромагнитных волн, способных распространяться на большие расстояния. Эти волны были названы радиоволнами. Обобщая обширный опытный материал, собранный естествоиспытателями, английский физик Джеймс Максвелл создал в 60-х годах XIX века теорию электромагнитного поля, установившую общую природу световых и радиоволн, а также открыл законы их распространения. В дальнейшем были изучены другие виды излучения: ультрафиолетовое, инфракрасное, рентгеновское и т.п. Исследования показали, что несмотря на различие ряда свойств этих видов излучения их природа одна и та же: все они представляют собой электромагнитные волны, а особенности их физических проявлений определяются различием в длине волны.

В 1886-1888 годах немецкий физик Генрих Герц экспериментально подтвердил основные выводы теории Максвелла, показав, что законы распространения, отражения и преломления радиоволн аналогичны законам распространения света. Это послужило толчком к интенсивным исследованиям в отношении использования радиоволн для нужд связи.

Теория Максвелла позволила установить, что скорость распространения электромагнитных волн в какой-либо среде $V = c/\epsilon$, где c - скорость распространения света в вакууме; ϵ - диэлектрическая, μ - магнитная проницаемости среды. Для воздуха $\epsilon = 1$, а скорость распространения электромагнитных волн близка к скорости света в вакууме: $V \approx c = 300\,000$ км/с.

Колебания электронов в антенне создаются источником периодически изменяющейся ЭДС с периодом T . Если в некоторый момент поле у антенны имело максимальное значение, то такое же значение оно будет иметь спустя время T . За это время существовавшее в начальный момент у антенны электромагнитное поле переместится на расстояние λ , называемое длиной волны, т.е. минимальное расстояние между двумя точками пространства, поле в которых имеет одинаковое значение. Длина волны зависит от скорости ее распространения и периода колебаний электронов в антенне. высокочастотные колебания в резонансном контуре, присоединенном параллельно к вольтовой дуге (дуговые радиопередатчики).; В этих передатчиках использовалось наличие падающего участка вольтамперной характеристики дуги, соответствующего отрицательному сопротивлению. Это сопротивление компенсирует в контуре генератора сопротивление потерь, и в нем возникают незатухающие колебания. Радиотелеграфные сигналы передавались изменением частоты высокочастотных колебаний с помощью замыкания и размыкания части-витков катушки индуктивности колебательной системы. Незатухающие колебания генерировались также с помощью электромашины высокой частоты (машинные радиопередатчики).

Успешная работа радиоприемных устройств зависит не только от конструктивных особенностей и качества изготовления радиоаппаратуры. При сооружении и эксплуатации радиоприемных устройств необходимо учитывать особенности распространения радиоволн на пути от передающей до приемной антенны. Эти особенности различны в зависимости от диапазона частот. Деление радиоволн на диапазоны в соответствии с Регламентом радиосвязи приведено в табл. 1.1. Радиоволны на радиоприемных устройствах распространяются в естественных условиях, а эти условия разнообразны и непостоянны. Прежде всего необходимо учитывать, что Земля круглая. На пути от передающей до приемной антенны радиоволны должны обогнуть выпуклость Земли

Таблица 1 Классификация деления радиоволн на диапазоны

Частоты	Длина волн	Метрическое наименование диапазона волн	Наименование диапазона частот	Поддиапазон волн
От 3 до 30 кГц	От 100 до 10 км	Мириаметровые	Очень низкие (ОНЧ)	Сверхдлинные (СДВ)
От 30 до 300 кГц	От 10 до 1 км	Километровые	Низкие (НЧ)	Длинные (ДВ)
От 0,3 до 3 МГц	От 1 км до 100 м	Гектометровые	Средние (СЧ)	Средние (СВ)
От 3 до 30 МГц	От 100 до 10 м	Декаметровые	Высокие (ВЧ)	Короткие (КВ)
От 30 до 300 МГц	От 10 до 1 м	Метровые	Ультравысокие (УВЧ)	
От 0,3 до 3 ГГц	От 1 м до 1 дм	Дециметровые	Сверхвысокие (СВЧ)	
От 3 до 30 ГГц	От 10 до 1 см	Сантиметровые	Крайне высокие КВЧ	Ультракороткие УКВ
От 30 до 300 ГГц	От 10 до 1 мм	Миллиметровые		
От 300 до 3000 ГГц	От 1 до 0,1 мм	Децимиллиметровые		

1.2. Распространение сантиметровых, дециметровых и метровых радиоволн.

Радиоволны длиной короче 10 м называют ультракороткими. Эти волны охватывают очень широкий диапазон частот. Ширина диапазона частот только сантиметровых волн составляет 27 000 МГц, что в тысячу раз превышает ширину диапазона частот декаметровых волн (см. табл. 1.1). Поэтому на УКВ возможна передача намного больших потоков информации, чем на более длинных волнах. Только на УКВ возможно телевидение и высококачественное радиовещание с использованием частотной модуляции (ЧМ).

Земная волна на УКВ обеспечивает связь практически только в пределах прямой видимости (рис. 1.7). За ее пределами в естественных условиях УКВ могут устойчиво распространяться только за счет рассеяния в ионосфере и в тропосфере. Однако для обеспечения связи за счет рассеяния требуются очень мощные радиопередатчики и сложные антенные сооружения.

Для увеличения расстояния прямой видимости антенны радиотелевизионных передающих станций и станций звукового ЧМ вещания устанавливают на высоких башнях. Для передачи радиосигналов на большие расстояния в диапазоне УКВ используют наземные радиорелейные линии и ретрансляторы, расположенные на искусственных спутниках Земли.

Предельное расстояние прямой видимости между антеннами z_0 получается тогда, когда луч, соединяющий антенны, касается земной поверхности. Эмпирически

установлено, что z_0 в километрах определяется выражением

$$r_0 = 3.57(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

где h_1 и h_2 - соответственно высоты передающей и приемной антенн, м.

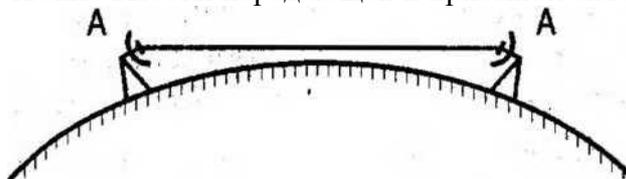


Рис. 1. Распространение радиоволн в пределах прямой видимости

1.3. Распространение гектометровых, километровых и мириаметровых волн.

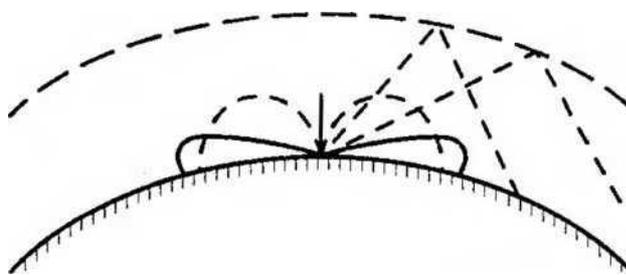


Рис. 2. Диаграммы направленности вертикального вибратора (штриховая линия) и антифединговой антенны (сплошная линия)

Особенностью распространения ионосферных волн в гектометровом диапазоне являются нелинейные эффекты, возникающие в ионосфере. Нелинейность ионосферы проявляется в том, что ее параметры - диэлектрическая проницаемость и удельная проводимость - зависят от амплитуды распространяющейся в ионосфере волны. Практически необходимо учитывать нелинейный эффект, заключающийся в перекрестной модуляции радиоволн. Перекрестная амплитудная модуляция возникает в том случае, когда две амплитудно-модулированные волны различных станций отражаются от одной области ионосферы. При этом более мощное поле изменяет поглощение в ионосфере в такт с амплитудной модуляцией: при большей амплитуде поглощение возрастает, при меньшей - падает. Это изменяет поглощение другой волны в ионосфере, что приводит к ее дополнительной модуляции, от которой в приемном устройстве избавиться невозможно. Возможность возникновения перекрестной модуляции необходимо учитывать при размещении радиостанций гектометровых волн и при выборе их мощности.

Гектометровые волны применяют для связи на небольшие расстояния с помощью земной волны.

Километровые (длинные) и мириаметровые (сверхдлинные) волны отражаются от самой нижней границы ионосферы - днем от слоя *D* и ночью от слоя *E*, не проникая в ее глубину. Потери энергии этих радиоволн в ионосфере незначительны. Земная волна в диапазоне длинных и сверхдлинных волн также распространяется со сравнительно небольшим поглощением. Благодаря этому километровые и мириаметровые волны распространяются в сферическом волноводе, образованном поверхностью Земли и нижней границей ионосферы. Для этого волновода критической является длина волны около 100 км. Более длинные волны в пространстве между Землей и ионосферой распространяться не могут. Поскольку длинные и сверхдлинные волны отражаются от нижней границы ионосферы, их распространение мало подвержено ионосферным возмущениям. Это позволяет использовать волны этих диапазонов для аварийной связи в

полярных районах. Вследствие узости частотного диапазона на длинных и сверхдлинных волнах удается передавать небольшие потоки информации. Километровые и мириаметровые волны сравнительно глубоко проникают в морскую воду. Поэтому их используют для связи с подводными лодками, находящимися в погруженном состоянии. Километровые и мириаметровые волны применяют для передачи сигналов точных частот, времени и радионавигации. Для звукового вещания применяют радиоволны длиной до 2 км, особенности распространения которых мало отличаются от особенностей распространения гектометровых волн.

1.4. Параметры и характеристики антенн

Антенной называется устройство, предназначенное для излучения или приема радиоволн. Антенны обладают свойством обратимости. Принципиально любая антенна может работать в качестве как приемной, так и передающей. Например, в радиорелейной связи одна антенна посредством фильтров подключается к нескольким передатчикам и приемникам, работающим одновременно в одном направлении, но на разных частотах. В зависимости от назначения антенны подразделяются на приемные, передающие и приемопередающие. На основании принципа взаимности доказывается, что параметры антенны, работающей на прием, не отличаются от соответствующих параметров антенны, работающей на передачу.

Изотропной называется воображаемая антенна без потерь, излучающая равномерно во все стороны.

Реальные антенны в окружающее пространство в различных направлениях излучают неодинаково. Зависимость напряженности поля, излучаемого антенной, измеренная на достаточно большом, но одинаковом расстоянии от антенны, от угла наблюдения в пространстве называется характеристикой направленности.

Коэффициентом направленного действия (КНД) D в данном направлении называют отношение квадрата напряженности поля, создаваемого антенной в данном (обычно главном) направлении E_0 , к среднему значению квадрата напряженности поля по всем направлениям $E_{\text{ср}}^2$:

$$D = E_0^2 / E_{\text{ср}}^2$$

Численное значение КНД показывает, во сколько раз необходимо уменьшить мощность излучения при замене ненаправленной антенны направленной для сохранения прежней напряженности поля в главном направлении. -

Параметром, учитывающим направленные свойства и потери в антенне, является коэффициент усиления. Коэффициентом усиления антенны G называют отношение плотности потока мощности или квадрата напряженности поля E_0^2 , созданного антенной в данном (обычно главном) направлении, к потоку или квадрату напряженности поля $E_{\text{эт}}^2$, созданному эталонной антенной в главном направлении при равенстве подводимых к антеннам мощностей: $G = E_0^2 / E_{\text{эт}}^2$.

Коэффициент усиления является одним из определяющих параметров передающих антенн. Он показывает, во сколько раз нужно уменьшить мощность, подводимую к направленной антенне, по сравнению с эталонной, чтобы напряженности поля в главном направлении были одинаковыми.

2. РАДИОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

2.1. Основные функциональные узлы радиопередатчика

Схема и конструкция радиопередатчика зависят от различных факторов: назначения, диапазона рабочих частот, мощности и т.д. Тем не менее можно выделить некоторые типовые блоки, которые однако имеются в большинстве передатчиков.

Структура передатчика (рис. 3) определяется его основными общими функциональными возможностями, к которым относятся:

- получение высокочастотных колебаний требуемой частоты и мощности;
- модуляция высокочастотных колебаний передаваемым сигналом;
- фильтрация гармоник и прочих колебаний, частоты которых выходят за пределы необходимой полосы излучения и могут создать помехи другим радиостанциям;
- излучение колебаний через антенну.

Остановимся более подробно на требованиях к отдельным функциональным узлам радиопередатчика.

Генератор высокой частоты, часто называемый *задающим* или опорным генератором, служит для получения высокочастотных колебаний, частота которых соответствует высоким требованиям к точности и стабильности частоты радиопередатчиков.

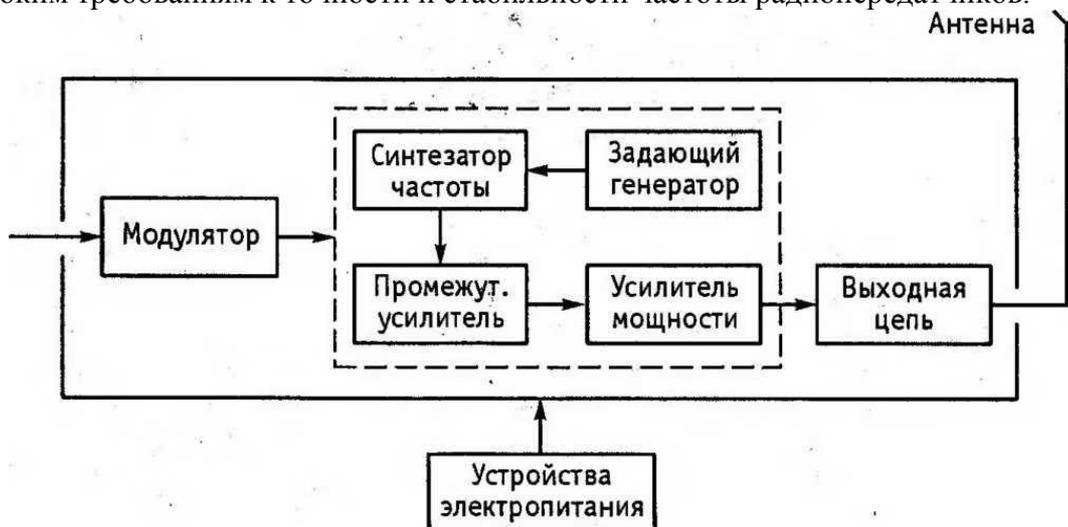


Рис. 3. Функциональная схема радиопередатчика

Синтезатор преобразует частоту колебаний опорного генератора, которая обычно постоянна, в любую другую частоту, которая в данное время необходима для радиосвязи или вещания. Стабильность частоты при этом преобразовании не должна существенно ухудшаться. В отдельных случаях синтезатор частоты не нужен, например, если генератор непосредственно создает колебания нужной частоты. Однако с синтезатором легче обеспечить требуемую высокую точность и стабильность частоты, так как он, во-первых, работает на более низкой частоте, на которой легче обеспечить требуемую стабильность; во-вторых, он работает на фиксированной частоте. Кроме того, современные синтезаторы приспособлены для дистанционного или автоматического управления синтезируемой частотой, что облегчает общую автоматизацию передатчика.

Промежуточный усилитель высокой частоты, следующий за синтезатором, необходим по следующим причинам:

- благодаря промежуточному усилителю с достаточно большим коэффициентом усиления от опорного генератора и синтезатора не требуется значительной мощности;
- применение промежуточного усилителя между синтезатором и мощным усилителем ослабляет влияние на генератор и синтезатор возможных регулировок в

мощных каскадах передатчика и в антенне.

Усилитель мощности (его называют *генератором с внешним возбуждением*) увеличивает мощность радиосигнала до уровня, определяемого требованиями системы радиосвязи. Главным требованием к усилителю мощности является обеспечение им высоких экономических показателей, в частности КПД.

Выходная цепь служит для передачи усиленных колебаний в антенну, для фильтрации высокочастотных колебаний и для согласования выхода мощного оконечного усилителя с антенной, т.е. для обеспечения условий максимальной передачи мощности.

Модулятор служит для модуляции несущих высокочастотных колебаний передатчика передаваемым сигналом. Для этого модулятор воздействует в зависимости от особенностей передатчика и вида модуляции (амплитудная, частотная, однополосная и др.) на один или несколько блоков из числа обведенных пунктиром на рис. 3. Например, частотная модуляция может получаться в синтезаторе частоты либо (реже) в генераторе; амплитудная модуляция получается воздействием на мощный и промежуточный усилители.

Устройство электропитания обеспечивает подведение ко всем блокам токов и напряжений, необходимых для нормальной работы входящих в их состав транзисторов, ламп и прочих электронных элементов, а также систем автоматического управления,

2.2. Технические показатели радиопередатчика

К основным показателям радиопередатчика относятся: диапазон волн, мощность, коэффициент полезного действия, вид и качество передаваемых сигналов.

В соответствии с классификацией радиоволн (см. табл. 1.1) различают передатчики километровых, гектометровых, декаметровых и других волн. С этим различием связаны соответствующие особенности конструкций, так как в разных диапазонах различны конструкции колебательных контуров и типов усилительных элементов. Передатчик может работать на одной или нескольких выделенных для него фиксированных волнах, либо он может настраиваться на любую длину волны в непрерывном диапазоне волн.

Мощность передатчика обычно определяется как максимальная мощность высокочастотных колебаний, поступающая в антенну при отсутствии модуляции и при непрерывном излучении. Однако этой характеристики недостаточно для оценки мощности радиопередатчика. Дело в том, что в технике радиосвязи часто приходится

Важнейшими показателями радиопередатчика являются **стабильность** излучаемой им частоты и **уровень** побочных излучений. Дело в том, что если строго соблюдается присвоенная данному передатчику частота сигнала, то настроенный на эту частоту приемник начинает принимать передаваемые сигналы тотчас после включения, не требуя подстроек; это способствует удобству эксплуатации и высокой надежности радиосвязи, а также облегчает автоматизацию оборудования. Кроме того, частотные диапазоны, используемые для радиосвязи и вещания, переуплотнены сигналами одновременно работающих радиостанций, поэтому если частота передатчика отличается от разрешенного значения, то она может приблизиться к частоте другого передатчика, что вызовет помехи приему его сигналов.

Побочными излучениями радиопередатчика называются излучения на частотах, расположенных за пределами полосы, которую занимает передаваемый радиосигнал. К побочным излучениям относятся гармонические излучения передатчика, паразитные излучения и вредные продукты взаимной модуляции.

Гармоническими излучениями (гармониками) передатчика называются излучения на частотах, в целое число раз превышающих частоту передаваемого радиосигнала.

Паразитными излучениями называются возникающие иногда в передатчиках колебания, частоты которых никак не связаны с частотой радиосигнала или с частотами вспомогательных колебаний, используемых в процессе синтеза частот, модуляции и других процессов обработки сигнала.

2.3. Особенности усилителей мощности радиопередающих устройств

Усилители мощности в технике радиопередающих устройств принято называть **генераторами с внешним возбуждением**.

Нагрузкой выходного каскада является контур, настроенный на частоту усиливаемых колебаний.

Требования к усилителям мощности в радиопередающих устройствах отличаются двумя характерными особенностями:

- во-первых, требуется получить большую выходную мощность при минимуме потерь;
- во-вторых, нет необходимости сохранять форму усиливаемых колебаний, как в усилителях звуковой частоты.

Генератор с внешним возбуждением (ГВВ) представляет собой преобразователь мощности источника постоянного тока P_0 в мощность высокой частоты P_k . Работа ГВВ возможна только при подаче на его вход внешнего сигнала $P_{вх}$ (от возбудителя). При этом $P_{вх} < P_k$. Основные показатели работы ГВВ: мощность радиочастоты в нагрузке P_k , КПД генератора $\eta_g = P_k/P_0$, коэффициент усиления по мощности $K_p = P_k/P_{вх}$, спектр колебаний в нагрузке внутри и вне занимаемой полосы частот, отсутствие самовозбуждения.

В качестве усилительных приборов в ГВВ используют электронные лампы, биполярные и полевые транзисторы, а в ключевых генераторах - и тиристоры. Электронные лампы широко применяют благодаря их универсальности. Они работают в широком диапазоне частот и обеспечивают выходную мощность от единиц ватт до нескольких мегаватт, устойчивы к внешним воздействиям (температура, давление, механические нагрузки), имеют срок службы до 5000 ч. Полупроводниковые приборы применяют в передатчиках малой и средней мощности.

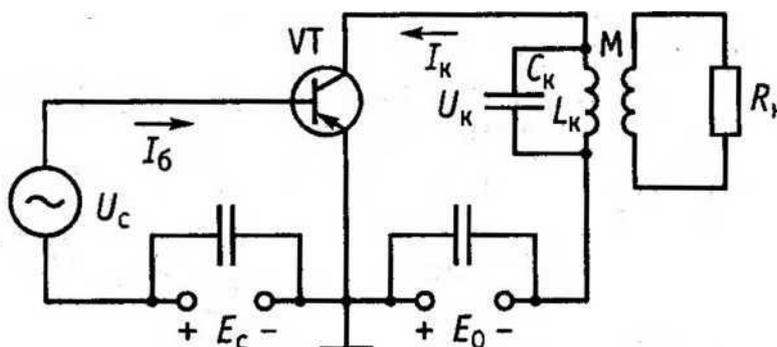


Рис. 4. Схема транзисторного усилителя мощности.

2.4. Генерирование высокочастотных колебаний.

Вместе с тем существует класс колебаний, возникновение которых не связано с каким-либо внешним воздействием. Они появляются как бы сами собой в специальных устройствах, имеют вполне определенную форму, параметры, свои особенности. Разумеется, из ничего эти колебания появиться не могут. Для их возникновения необходимы определенные условия, причины; о них будем говорить позже. Сейчас же обратим внимание на то, что колебания формируются самостоятельно, без постороннего воздействия. Такие колебания называются автоколебаниями, а устройства, их порождающие, - автогенераторами, которые далее будем называть просто генераторами.

Определим те предпосылки, которые необходимы для самопроизвольного возникновения автоколебаний. Для этого обратимся к обычному параллельному колебательному LC-контур. Если контур подвергнуть кратковременному воздействию (например, импульсному), в нем возникнут электрические колебания, меняющиеся по синусоидальному закону. Из электротехники известно, что колебательный процесс в контуре не может продолжаться бесконечно долго, рано или поздно он затухнет. Причина затухания тоже известна: из-за потерь в контуре энергия колебания непрерывно

уменьшается, рассеивается. В конечном итоге колебание уменьшится до нуля.

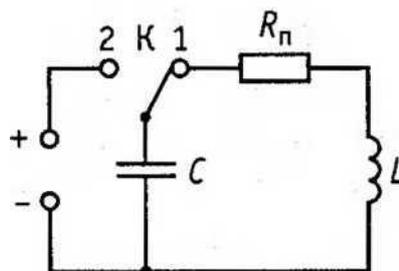


Рис. 5. К вопросу колебаний в LC-контуре

Обратимся к схеме рис. 5. Если в отсутствие в LC-контуре колебаний ключ К перевести в положение 2, конденсатор С зарядится до напряжения источника E , получив некоторое количество энергии. При переводе ключа в положение 1 в контуре возникнут свободные колебания. Чтобы колебания не затухали (из-за наличия сопротивления потерь $R_{п}$), будем периодически в такт с колебательным процессом подключать конденсатор С к источнику E . В результате конденсатор будет постоянно порциями подзаряжаться от источника, пополняя свою энергию. За счет этого колебания в контуре станут незатухающими.

Для поддержания в контуре колебаний необходимо синхронное с ними переключение ключа К. Для этого необходима цепь управления (цепь обратной связи), передающая соответствующие команды на переключения. Очевидно, источником команд должен быть

сам контур, который определяет периодичность колебаний с частотой ($\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$).

2.5. Принципы стабилизации частоты.

Частота свободных колебаний в контуре зависит главным образом от его индуктивности и емкости. Эти параметры не только связаны со свойствами катушки и конденсатора, но зависят и от присоединенных к колебательному контуру внешних цепей. Температура и другие параметры окружающей среды, могут вызывать изменение результирующих индуктивности и емкости и через них влиять на частоту колебаний контура. В случае генератора это приведет к изменению частоты генерируемых колебаний, которая изменяется также при любых регулировках или изменениях в присоединенных цепях.

Для улучшения температурной стабильности при изготовлении колебательного контура выбирают материалы, наименее подверженные влиянию температуры. Дополнительно применяют температурную компенсацию, включая в состав контура компенсационный конденсатор, емкость которого благодаря специальному подбору изоляционного материала уменьшается при повышении температуры и вызывает повышение частоты, что компенсирует ее понижение из-за влияния температуры на другие элементы.

Чтобы устранить влияние внешней температуры и других свойств внешней среды на генератор, его помещают в герметичный термостат-камеру с точно стабилизированной температурой.

Влияние подключенных к контуру внешних цепей и элементов уменьшается ослаблением связи контура с ними и, в частности, с нагрузкой. Чтобы уменьшить влияние нагрузки, между ней и генератором используют промежуточный «буферный» усилитель.

Нестабильность питающего напряжения устраняется применением стабилизатора. Воздействие механических сотрясений предотвращается амортизацией, т.е. упругой

подвеской генератора.

Современные передатчики, как правило, предназначены для работы не на одной частоте, а в широком диапазоне частот. При этом на какой бы частоте ни работал передатчик, он должен обеспечить требуемую стабильность частоты. Использовать для каждой частоты кварцевый генератор нецелесообразно. Поэтому разработаны специальные устройства - **синтезаторы частоты**, в которых используются способы прямого или косвенного синтеза частоты на основе стабильного опорного генератора.

При прямом синтезе выходная частота синтезатора получается путем многократных последовательно проводимых операций деления, умножения, сложения и вычитания частоты колебания опорного генератора и частот, получающихся при этих операциях колебаний.

3. РАДИОПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА

3.1. Назначение и виды радиоприемных устройств

В соответствии с занимаемым в радиоканале местом радиоприемное устройство должно обеспечивать выполнение следующих основных функций:

- выделение полезного сигнала из смеси с шумом или другими мешающими сигналами;
- усиление полезного сигнала;
- ослабление мешающего действия помех, присутствующих в спектре воспринимаемых электромагнитных колебаний;
- детектирование радиочастотных сигналов с целью формирования колебаний, соответствующих передаваемому сообщению

Обобщенная структурная схема, отражающая основные рабочие функции радиоприемных устройств, приведена на рис. 6. Схема состоит из пяти функциональных блоков.

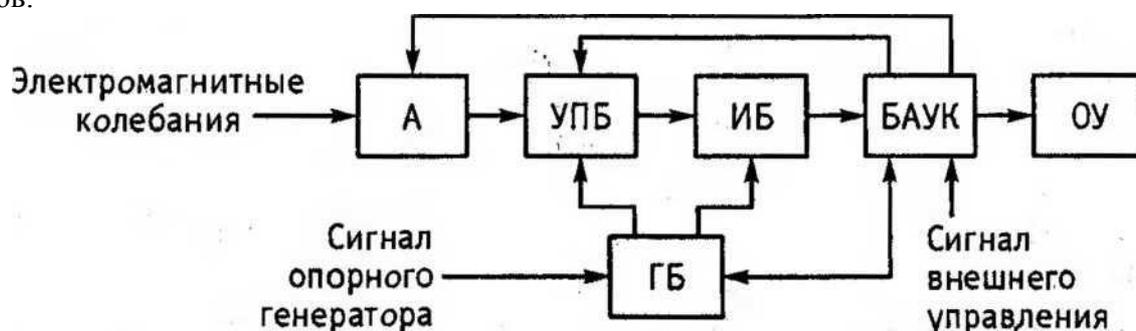


Рис. 6. Функциональная схема радиоприемного устройства

В усилительно-преобразовательном блоке (УПБ) осуществляется выделение полезного сигнала из всей совокупности поступающих от антенны А сигналов и помех, не совпадающих по частоте с полезным сигналом, и усиление последнего до уровня, необходимого для нормальной работы последующих каскадов.

В информационном блоке (ИБ) осуществляется основная обработка принятого сигнала с целью выделения содержащейся в нем информации (демодуляция) и ослабление мешающего воздействия помех. При этом важнейшей задачей является выделение информации с максимальной достоверностью - так называемый оптимальный прием. Для этого в составе ИБ могут использоваться оптимальный фильтр, цепи последетекторной обработки, следящие системы частотной (ЧАПЧ) и фазовой (ФАПЧ) автоматических подстроек частоты, используемые для демодуляции сигнала, а также для его поиска.

Гетеродинный блок (ГБ) преобразует частоту собственного или внешнего опорного генератора и формирует сетки частот, необходимые для работы преобразователей частоты в УПБ, следящих систем и устройств обработки сигнала в ИБ. Фактически гетеродинный блок представляет собой синтезатор частот.

Блок адаптации, управления и контроля (БАУК) позволяет осуществлять ручное, дистанционное и автоматическое управление режимом работы радиоприемного устройства (включение и выключение, поиск и выбор сигнала, адаптация к изменяющимся условиям приема) и отражает качество его работы на специализированных индикаторах.

В оконечном устройстве (ОУ) энергия принятого сигнала используется для получения требуемого выходного эффекта - акустического (телефон, громкоговоритель), оптического (кинескоп, дисплей), механического (печатающее устройство).

Рассмотренная структурная схема является наиболее общей, однако в конкретных радиоприемных устройствах отдельные связи между блоками и даже некоторые блоки могут отсутствовать или выполнять более ограниченный набор операций, при этом

упрощение структуры приемного устройства и ограничение функций отдельных блоков снижают полноту реализации возможностей радиоприема.

Существуют различные системы классификации радиоприемных устройств. По основному функциональному назначению радиоприемные устройства делятся на профессиональные и вещательные. К профессиональным приемникам, предназначенным для использования в системах передачи информации, относятся связные, телевизионные, телеметрические и другие радиоприемные устройства. Вещательные приемники обеспечивают прием программ звукового и телевизионного вещания. Их массовое производство и необходимость относительно невысокой стоимости обуславливают сравнительно простые технические решения. Профессиональные радиоприемные устройства отличаются большой сложностью и стоимостью, зачастую соизмеримой со стоимостью передающего оборудования.

Радиоприемные устройства классифицируются и в зависимости от используемого спектра радиочастот. Приемники различных диапазонов волн могут существенно отличаться по структуре, схемной и конструктивной реализациям, элементной базе. Однако существуют радиоприемные устройства звукового и телевизионного вещания, которые работают в нескольких диапазонах радиоволн, т.е. являются «всеволновыми».

3.2. Основные показатели радиоприемных устройств

Одна из важнейших электрических характеристик любого радиоприемника - **чувствительность**, под которой понимают способность приемника принимать слабые сигналы. Количественно чувствительность оценивается минимальной ЭДС в антенне \mathcal{E}_0 (для радиоприемных устройств, работающих в диапазонах умеренно высоких частот) или номинальной мощностью P_m (для радиоприемника СВЧ типа) модулированного сигнала, при которых на выходе приемника сигнал воспроизводится с требуемым качеством. Под требуемым качеством обычно понимается либо получение заданного уровня сигнала на выходе, обеспечивающего нормальное функционирование оконечного блока при определенном отношении мощности сигнала к мощности шумов (С-Ш).

Чувствительность радиоприемников в зависимости от их назначения может колебаться в широких пределах. Например, чувствительность радиовещательных приемников находится в пределах 50...300 мкВ в зависимости от класса качества. Чувствительность радиолокационных приемников имеет значения порядка $1\Gamma^{12}$... $1\Gamma^{15}$ Вт.

Избирательность (селективностью) называется способность радиоприемного устройства выделять полезный сигнал, ослабляя действие мешающих сигналов (помех). Основана она на использовании тех или иных различий полезных и мешающих сигналов: направления прихода и времени действия, поляризации, амплитуды, частоты и фазы.

Помехоустойчивостью называется способность радиоприемного устройства обеспечивать нормальное функционирование в условиях воздействия помех. Существуют различные критерии количественной оценки помехоустойчивости: вероятностный, энергетический, артикуляционный.

К основным **конструктивно-эксплуатационным характеристикам** радиоприемного устройства относят надежность работы, массогабаритные показатели, стабильность и устойчивость работы, экономичность питания, ремонтоспособность и эргономические показатели.

3.3. Структурные схемы радиоприемников

Структурные схемы радиоприемных устройств различаются прежде всего построением цепей высокой частоты.

Наиболее простым является принцип построения приемника прямого детектирования (детекторного), структурная схема которого представлена на рис. 7. Входная цепь (ВЦ) в виде резонансной системы или фильтра обеспечивает частотную избирательность радиоприемного устройства, настройка на частоту принимаемого сигнала осуществляется перестройкой или переключением ВЦ. Принципиальным является отсутствие усиления сигнала до детектора (Д), ведущее к значительному упрощению устройства приемника, но одновременно обуславливающее его низкую чувствительность и избирательность. Указанные недостатки такой схемы не устраняются наличием усилителя частоты модуляции (УЧМ). Вследствие этого в настоящее время радиоприемные устройства прямого детектирования применяются практически лишь в миллиметровом, децимиллиметровом и оптическом диапазонах волн.

Структурная схема приемника прямого усиления представлена на рис. 8. От описанного выше этот приемник отличается наличием усилителя радиочастоты (УРЧ) и, как следствие, значительно большей чувствительностью и избирательностью. Входная цепь и избирательные цепи УРЧ настроены на частоту принимаемого радиосигнала, на которой и осуществляется усиление, причем ВЦ обеспечивает предварительную, а УРЧ основную частотную избирательность и значительное (до $10^6 \dots 10^7$ по напряжению) усиление сигнала.

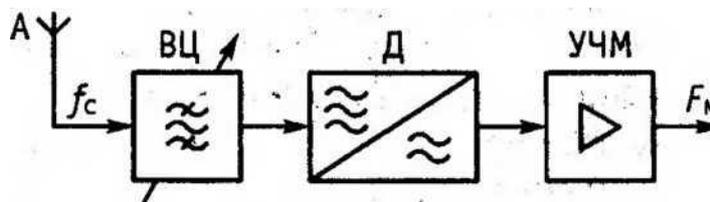


Рис. 7. Структурная схема приемника прямого детектирования

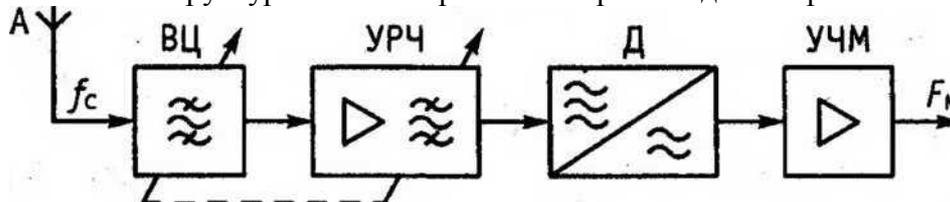


Рис. 8. Структурная схема приемника прямого усиления

Значительное улучшение большинства показателей радиоприемного устройства достигается на основе принципа преобразования частот принимаемого сигнала - переноса его в частотную область, где он может быть обработан с наибольшей эффективностью. Самое широкое распространение во всех радиодиапазонах получила построенная на этом принципе схема супергетеродинного приемника (рис. 9). В таком приемнике сигналы частоты f_0 преобразуются в преобразователе частоты, состоящем из смесителя (См) и генератора вспомогательных колебаний - гетеродина (Г), в колебания фиксированной, так называемой промежуточной частоты $f_{пр}$, на которой осуществляются основное усиление и

частотная избирательность. Смеситель содержит нелинейный элемент или элемент с переменным параметром, поэтому в результате воздействия принятого сигнала и колебаний гетеродина с частотой f_r на его выходе возникают колебания с

комбинационными частотами $f = |mf_r \pm nf_c|$, где m, n - целые числа. Одна из этих комбинационных составляющих выделяется фильтром (резонансной системой) на выходе смесителя и используется в качестве новой несущей частоты выходного сигнала, усиленного затем усилителем промежуточной частоты (УПЧ).

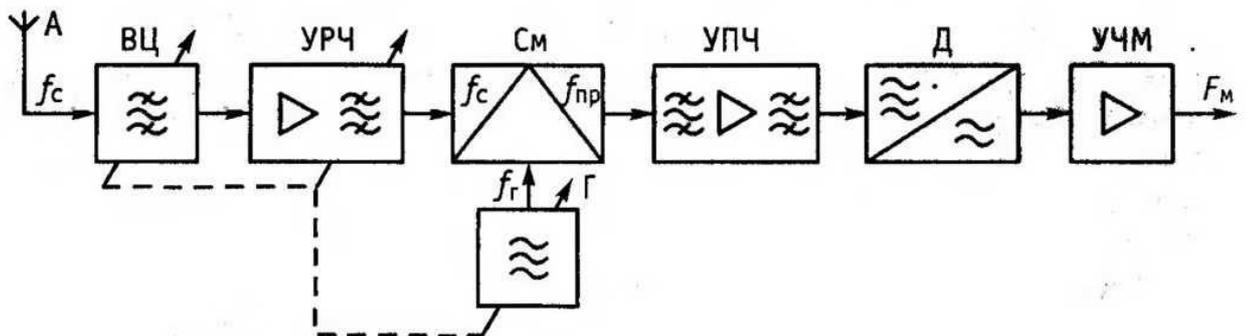


Рис. 9. Структурная схема супергетеродинного приемника

4. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

4.1. Основные характеристики зрительного анализатора

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

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

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

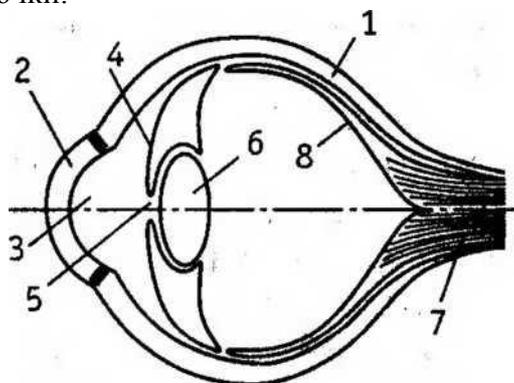


Рис 10. Строение человеческого глаза.

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

Инерционность зрительного ощущения. Глаз человека обладает инерционностью, которая проявляется в том, что после начала воздействия света на зрительный анализатор ощущение нарастает за 0,1 ... 0,25 с. Чем больше яркость, тем быстрее растет зрительное ощущение. После прекращения светового возбуждения ощущение яркости уменьшается постепенно. Продолжительность ощущения яркости после прекращения светового

возбуждения называется временем зрительной инерции. Инерционность зрения используется для получения слитного восприятия движения при последовательной передаче неподвижных изображений. Этот принцип используется в телевидении. Слитность движения наступает при передаче 16...20 изображений в секунду, однако при этом глаз ощущает еще мелькания яркости при смене изображений. С увеличением частоты смены изображений мелькания яркости уменьшаются, а затем становятся незаметным[^]. Частота, при которой глаз перестает воспринимать мелькания яркости, называется критической частотой мельканий $f_{кр}$. Критическая частота мельканий зависит от средней яркости изображения L .

Для яркости современных телевизионных экранов, равной примерно 100...200 кд/м², $f_{кр} = 45...48$ Гц.

Контрастная чувствительность глаза, контраст и число воспринимаемых градаций яркости в изображениях.

Под контрастом (контрастностью) изображения K понимается отношение максимальной его яркости к минимальной, т.е. диапазон воспроизводимых яркостей

$$K = \frac{L_{max}}{L_{min}}$$

В природе, окружающей человека, яркость может изменяться в 10^5 и более раз. Зрительная система человека неспособна одновременно воспринять весь этот диапазон изменения яркости и сужает диапазон освещенностей на сетчатке благодаря адаптаций - приспособлению к различным яркостям.

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

Таблица 2. Соотношение между воспринимаемыми цветами и длинами волн воздействующих электромагнитных колебаний

Длина волны, нм	Цвет	Длина волны, нм	Цвет
687	Красный	527	Зеленый
589	Оранжевый	430	Синий
580	Желтый	397	Фиолетовый

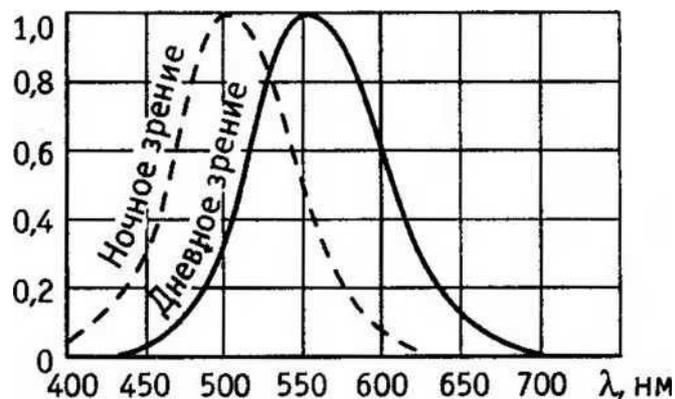


Рис 11. Стандартная кривая относительной спектральной видности глаза

4.2. Колориметрическое определение цвета

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

В телевидении используется локальное, пространственное и бинокулярное смешения цветов. Локальное смешение может быть одновременным (оптическим), когда на одну поверхность проецируются два или несколько излучений, вызывающих каждый в отдельности ощущение разных цветов, и последовательным, когда аналогичные излучения воздействуют на глаз последовательно одно за другим. При быстрой смене излучений в зрительном аппарате возникает ощущение единого результирующего цвета. При пространственном смешении участки, окрашиваемые смешиваемыми цветами, имеют достаточно малые размеры и глаз воспринимает их как единое целое. Примером могут служить мелкие штрихи, мозаика и др.

Воспроизведение цветного изображения на телевизионном экране, а также на компьютерном мониторе в большинстве случаев основано на пространственном смешении цветов

4.3. Цветовая система XYZ

В основу построения системы XYZ были положены следующие условия.

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

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

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

Для обеспечения данных требований в качестве основных цветов были выбраны три теоретических (реально не воспроизводимых) цвета XYZ. Координатная система XYZ выбрана так, чтобы векторы основных цветов находились в цветовом пространстве вне тела реальных цветов. Оси X , Y , Z являются ортогональной декартовой системой координат осей в цветовом пространстве - координата Y полностью определяется яркостью цвета, а два других основных цвета X и Z лежат в плоскости нулевой яркости.

Любой цвет в системе XYZ описывается следующим выражением:

$$f'F = x'X + y'Y + z'Z$$

и изображается в цветовом пространстве точкой с координатами x', y', z' или вектором, проведенным в эту точку из начала координат.

В системе XYZ одна из координат цветности является зависимой от двух других, так как $x + y + z = 1$. Поэтому для определения цветности достаточно двух координат, например и y .

Для практических расчетов в системе XYZ рекомендуется использовать известную диаграмму цветности МКО, полученную проекцией диаграммы цветности единичной плоскости на плоскость xu в направлении оси g (рис. 4.10).

Анализируя цветовой график МКО, необходимо отметить следующее.

1. Координаты цветности всех реальных цветов находятся внутри спектрального локуса (геометрического места координат цветности чистых спектральных цветов) и определяются положительными значениями x и y .

2. Равноэнергетический белый цвет E , имеющий чисто теоретический, расчетный характер, находится в центре тяжести треугольника $ху$. Его координатами цветности будут $x = 1/3$ и $y = 1/3$.

3. Цветность смеси двух цветов отображается точкой, лежащей на прямой, соединяющей смешиваемые цвета.

4. Цветность смеси трех цветов отображается точкой внутри треугольника, вершины которого образованы смешиваемыми цветами.

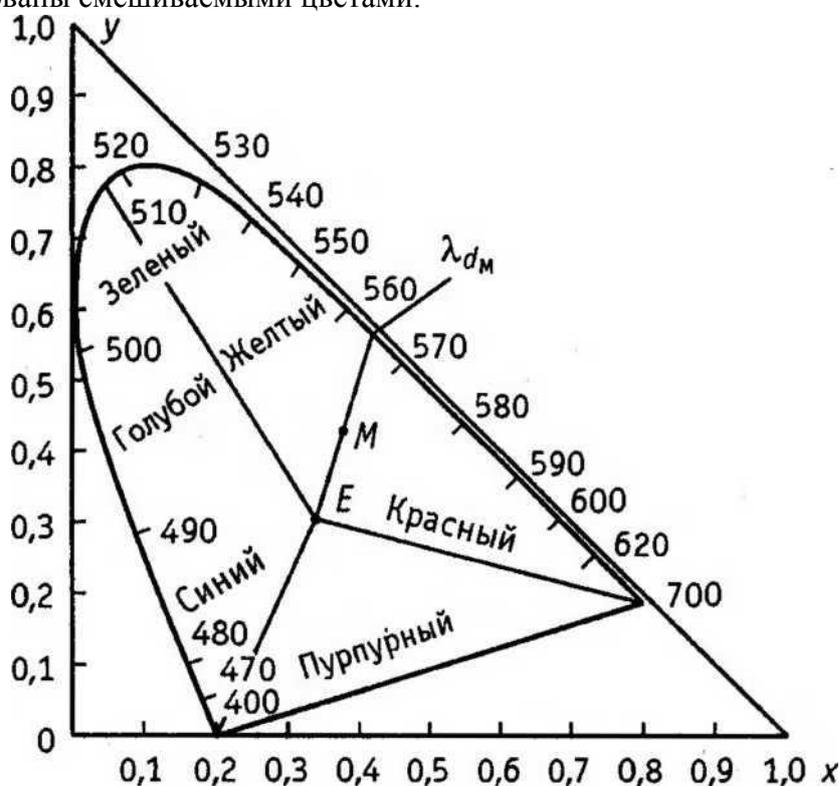


Рис 12. Диаграмма цветности МКО.

4.4. Параметры воспроизводимых телевизионных изображений

К основным параметрам телевизионных изображений относятся: формат и размеры, номинальное число строк разложения, число воспроизводимых кадров в секунду, яркость и контраст изображения. Оценим номинальные значения основных параметров телевизионных изображений.

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

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

Последующие психофизиологические исследования показали, что телезрители предпочитают формат телевизионного кадра с соотношением сторон 16:9. Причем, при достаточно больших размерах телевизионного экрана воспроизводимое изображение становится более реальным. Главная причина этого заключается в увеличении угла зрения в горизонтальном направлении, что ведет к росту объема воспринимаемой информации.

Определение необходимого числа воспроизводимых строк.

Число строк разложения z является важнейшим параметром телевизионных изображений, так как оно характеризует степень воспроизведения мелких деталей в вертикальном направлении раstra, т.е. четкость по вертикали. При оценке требуемого числа строк обычно исходят из условия слияния строчной структуры телевизионного изображения на заданном расстоянии рассматривания (рис. 13). Практически значение z находится из следующего выражения:

$$z = \frac{2\alpha_B}{\varepsilon}$$

При $2\alpha_B = 12^\circ$, $\delta_{\min} \approx 1'$, $z \approx 720$ строк. В приведенном расчете взята номинальная разрешающая способность глаза, равная $1'$. Опытным путем было установлено, что разложение телевизионного изображения примерно на 600 строк является достаточным, обеспечивая вполне хорошее качество (субъективная четкость достигает 95% от максимального значения). На практике номинальное число строк разложения в

телевизионных системах было взято равным 625 при условии, что $A \approx 5h$.

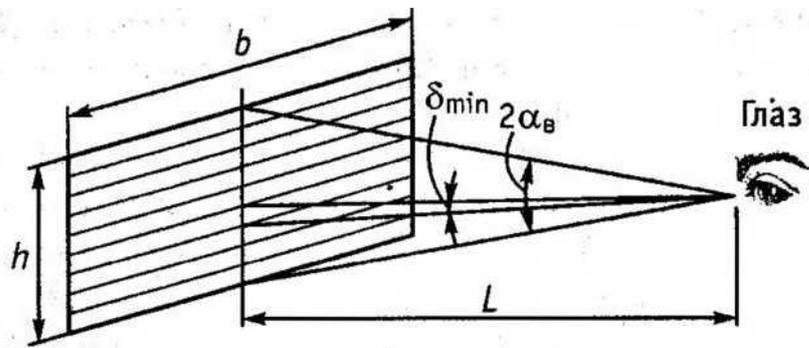


Рис. 13. Схема определения числа воспроизводимых строк

Если $A \approx (2.5...3)h$, то число строк в одном кадре должно быть равным 1200... 1250. По этой причине разрабатываемые перспективные системы воспроизведения изображений получили название «телевидение высокой четкости», т.е. ТВЧ.

Частота кадров воспроизводимых изображений. Наблюдение телевизионного изображения не должно сопровождаться мельканиями яркости при смене кадров. Номинальная частота смены кадров в телевидении выбрана равной 25 Гц, что значительно ниже $f_{кр}$.

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

5. ФОРМИРОВАНИЕ ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА

5.1. Форма полного телевизионного сигнала

Для упрощения процесса ознакомления целесообразно рассмотреть сначала структуру телевизионного сигнала во временном интервале, где отсутствуют кадровые гасящие импульсы (КГИ). Форма полного телевизионного сигнала, соответствующего одному периоду строчной развертки T_z , представлена на рис. 14. В интервале времени T_z , соответствующем прямому ходу строчной развертки, передается видеосигнал, представляющий собой совокупность электрических импульсов, пропорциональных яркости передаваемых элементов изображения. Уровень видеосигнала, соответствующий минимальному значению яркости, называется уровнем черного, а уровень, соответствующий максимальному значению яркости, - уровнем белого. Между этими уровнями располагаются все остальные значения видеосигнала, соответствующие промежуточным значениям яркости.

Чтобы обратные ходы разверток не были заметны на изображении, необходимо яркость в это время сделать минимальной. Для этой цели в видеосигнал во время обратного хода строчной и кадровой разверток вводятся специальные строчные гасящие импульсы (СГИ) и КГИ, длительность которых соответствует длительности обратных ходов строчной и кадровой разверток. По форме ГИ представляют собой прямоугольные импульсы. Второе назначение ГИ строчные и кадровые синхроимпульсы (ССИ, КСИ), передаваемые по каналу связи, не должны мешать передаче видеосигнала, поэтому их располагают на вершинах ГИ в так называемой области «чернее черного».

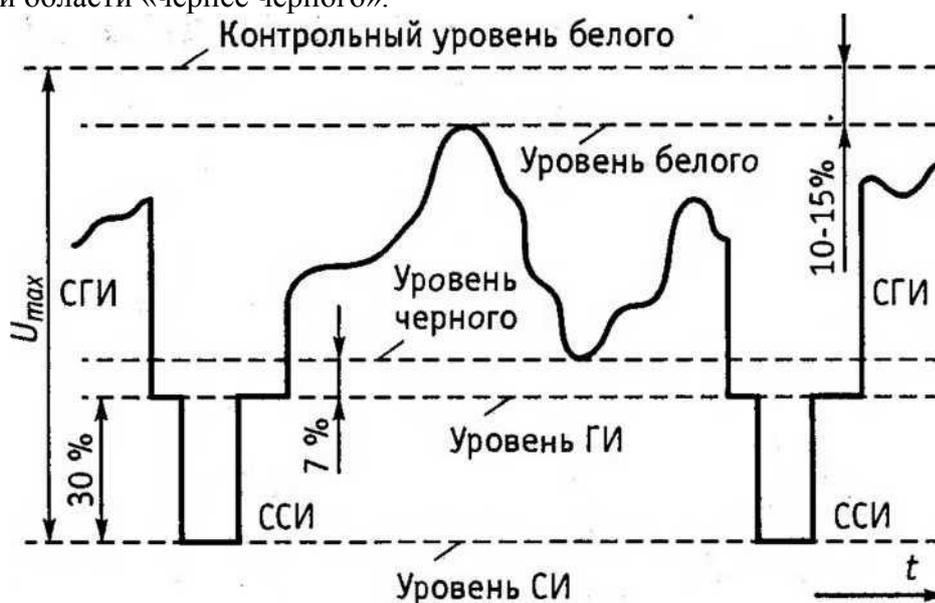


Рис. 14. Форма полного телевизионного сигнала положительной полярности на строчном интервале

5.2. Спектральный состав телевизионного сигнала

частот, занимаемый видеосигналом. Спектр частот видеосигнала Δf определяется разностью между верхней 4 и нижней 4 граничными частотами:

$$\Delta f = f_B - f_n$$

Нижняя граничная частота видеосигнала соответствует передаче неподвижного изображения, имеющего минимальное число изменений яркости. Наиболее простым является неподвижное изображение, состоящее из двух деталей разной яркости, имеющих горизонтальную границу раздела.

Верхняя частота спектра образуется при передаче максимально сложного изображения. Из анализа условий передачи наиболее сложного с точки зрения детальности телевизионного изображения следует, что верхняя частота спектра 4 определяется выражением

$$f_{\text{в}} \approx 0.5k_{\phi}z^2f_{\text{к}}$$

где k_{ϕ} - формат телевизионного изображения, равный 1,33; z - число строк разложения,

равное 625; $f_{\text{к}}$ - частота смены кадров, равная 25 Гц при чересстрочной развертке. Расчет,

выполненный по вышеуказанному соотношению, показывает, что $f_{\text{в}} \approx 6,25$ МГц. Верхняя частота определяет степень воспроизведения контуров мелких деталей телевизионного изображения.

5.3. Принципы формирования сигналов в системах цветного телевидения

Для передачи по телевидению многоцветное изображение объекта на передающей стороне должно быть разделено на три одноцветных изображения (в красном, зеленом и синем цветах). Далее видеосигналы E_R , E_G , E_B данных одноцветных изображений следует передать по каналу связи по аналогии с черно-белым телевидением. На приемной стороне для получения цветного изображения объекта необходимо воспроизвести три одноцветных изображения и осуществить их совмещение.

Важнейшим требованием, предъявляемым к системам цветного телевидения, является совместимость, означающая:

1. возможность приема цветных передач в черно-белом виде на существующие черно-белые телевизоры (прямая совместимость);
2. прием сигналов черно-белого телевидения на цветные телевизоры (обратная совместимость);
3. передачу сигналов цветного и черно-белого телевидения по одному и тому же каналу связи (в полосе частот черно-белого телевидения).

Для обеспечения совместимости в цветном телевидении необходимо иметь сигнал, который создавал бы нормальное чернобелое изображение с правильным воспроизведением градаций яркости цветного объекта. Поэтому в совместимых системах цветного телевидения из полученных на передающем конце видеосигналов основных цветов E_R , E_G , E_B формируется яркостный сигнал E_Y :

$$E_Y = 0.3E_R + 0.59E_G + 0.11E_B$$

5.4. Общие принципы построения системы цифрового телевидения

Системы цифрового телевидения могут быть двух типов. В системах первого типа, полностью цифровых, преобразование передаваемого изображения в цифровой сигнал и

обратное преобразование цифрового сигнала в изображение на телевизионном экране осуществляются непосредственно в преобразователях свет-сигнал и сигнал-свет. Во всех звеньях тракта передачи изображения информация передается в цифровой форме. В цифровых телевизионных системах второго типа аналоговый телевизионный сигнал, получаемый с датчиков, преобразуется в цифровую форму, подвергается всей необходимой обработке, передаче или консервации, а затем снова приобретает аналоговую форму. При этом используются существующие датчики аналоговых телевизионных сигналов и преобразователи свет-сигнал в телевизионных приемниках. В этих системах на вход тракта цифрового телевидения поступает аналоговый телевизионный сигнал, затем он кодируется, т.е. преобразуется в цифровую форму. Это преобразование представляет собой комплекс операций, наиболее существенными из которых являются дискретизация, квантование и непосредственно кодирование

5.5. Дискретизация и квантование телевизионного сигнала

Первой операцией процесса цифрового кодирования аналогового телевизионного сигнала является его дискретизация, которая представляет собой замену непрерывного аналогового сигнала $U(t)$ последовательностью отдельных во времени отсчетов этого сигнала. Наиболее распространенной формой дискретизации является равномерная дискретизация с постоянным периодом, в основе которой лежит теорема Найквиста-Котельникова. Частота дискретизации f_d выбранная в соответствии с этой теоремой, равна: $f_d = 2 f_v$, где f_v - верхняя частота спектра телевизионного сигнала. (Для отечественного

вещательного телевизионного стандарта $f_v \approx 6,25$ МГц.)

Квантование представляет собой дискретизацию телевизионного сигнала не во времени, а по уровню сигнала $U(t)$

Фиксированные уровни, к которым «привязываются» отсчеты, называют уровнями квантования. Разбивая динамический диапазон изменения сигнала $U(t)$ уровнями квантования на отдельные области значений, называемые шагами квантования, образуют шкалу квантования. Следствием этого становится появление в сигнале специфических шумов, называемых шумами квантования. Ошибки квантования или шумы квантования на изображении могут проявляться по-разному, в зависимости от свойств кодируемого сигнала. Если собственные шумы аналогового сигнала невелики по сравнению с шагом квантования, то шумы квантования проявляются на изображении в виде ложных контуров. В этом случае плавные яркостные переходы превращаются в ступенчатые, и качество изображения ухудшается. Наиболее заметны ложные контуры на изображениях с крупными планами. Этот эффект усугубляется на подвижных изображениях. Когда собственные шумы аналогового сигнала превышают шаг квантования, искажения квантования проявляются уже не как ложные контуры, а как шумы, равномерно распределенные по спектру. Флуктуационные помехи исходного сигнала как бы подчеркиваются, изображение в целом начинает казаться более зашумленным

5.6. Стандарт кодирования MPEG-2

Основной целью видеокompрессии является более компактное представление изображений с информационной точки зрения.

Вопросами сжатия информации и выпуска соответствующих стандартов и рекомендаций занимается MPEG (Motion Picture Experts Group)- созданная в 1988 г. организация, объединяющая представителей фирм и научных институтов разных стран. MPEG представляет собой подкомитет двух международных организаций - ISO (Международная организация по стандартизации) и ИЕС (Международная электротехническая комиссия).

Одна из основных задач MPEG состояла в изучении проблемы и разработке стандарта на компрессию спектра цифрового видеосигнала, что позволило предложить способы записи и передачи изображения и звука посредством возможно меньшего числа данных с возможно лучшим качеством.

В рамках стандартизации методов цифровой компрессии и мультиплексирования сигналов телевидения, звукового сопровождения и дополнительной информации в настоящее время разработаны три международных стандарта сжатия видеоданных подвижных изображений: MPEG-1, MPEG-2 и MPEG-4. Их параметры оптимизированы.

Стандарт MPEG-2 (также известный как ISO/IEC-13818) был специально разработан для кодирования телевизионных сигналов вещательного телевидения. Он позволяет получить полную четкость декодированного телевизионного изображения, соответствующую Рекомендации МСЭ-Р ВТ.601-5. (При скорости передачи видеоданных 14Мбит/с качество телевизионного изображения соответствует студийному, а для вещания с профессиональным качеством одной телевизионной программы необходимо передавать цифровой поток со скоростью 5...8 Мбит/с).

Пакет стандартов MPEG предусматривает возможность перехода к ТВЧ.

6. СЕТИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ

6.1. Структура передающей сети телевизионного вещания

Сигналы телевизионных программ передаются абонентам (телезрителям) в основном с помощью наземной телевизионной передающей сети, систем кабельного телевидения (СКТВ) и системы непосредственного телевизионного вещания, использующей связные искусственные спутники Земли, находящиеся на геостационарной орбите (ГСО), а также систем сотового телевидения и сети Интернет.

Наземная телевизионная передающая сеть состоит из телецентров, работающих совместно с радиотелевизионными передающими станциями (РТПС), телевизионных ретрансляторов и технических средств передачи телевизионных сигналов на большие расстояния. Телецентры представляют собой комплексы радиотехнической аппаратуры, помещений и служб, необходимых для создания телевизионных программ. С телецентров сформированные телевизионные сигналы непосредственно передаются на РТПС.

Основным назначением телевизионных ретрансляторов является обеспечение более равномерного покрытия густонаселенной территории телевизионным вещанием. Телевизионные ретрансляторы требуются, как правило, в двух случаях: во-первых, вне зоны уверенного приема основной мощности РТПС и, во-вторых, внутри зоны в местах, в которых по географическим причинам сигнал основной станции ослаблен и не обеспечивает удовлетворительного качества приема

6.2. Принципы спутникового вещания

Впервые идею об использовании искусственных спутников Земли (ИСЗ), находящихся на геостационарной орбите, для телекоммуникационных целей и вещания высказал известный американский писатель-фантаст Артур Кларк в 1945 г. Появление в шестидесятых годах двадцатого века первых ИСЗ дало техническую основу для очень эффективного решения проблемы создания больших и даже глобальных систем связи и вещания. Первый отечественный спутник связи «Молния» был выведен на высокоэллиптическую орбиту в апреле 1965 г. Спутниковое телевизионное вещание (СТВ) является сегодня одним из самых экономичных и надежных способов передачи телевизионных сигналов высокого качества в любую точку обширной территории нашей страны. К преимуществам СТВ относятся: возможность приема сигнала практически неограниченным числом приемных установок, высокая надежность ИСЗ связного типа, независимость затрат на приемную установку от расстояния между источником телевизионного сигнала и абонентом (в пределах зоны обслуживания), незначительное влияние атмосферы и географических особенностей местности на устойчивость приема.

Все вещательные спутники размещаются на так называемой *геостационарной орбите* - круговой орбите высотой 35 786 км в плоскости экватора. Находясь на ГСО, спутник неподвижен относительно поверхности Земли, так как вращается с той же угловой скоростью, что и Земля. Зона видимости геостационарного ИСЗ - около одной трети земной поверхности. В то же время современные технические средства позволяют сформировать достаточно узкий луч электромагнитной энергии, «освещающий» сравнительно небольшую часть земной поверхности. Линии пересечения земной поверхности и конического луча передающей антенны ИСЗ определяют границы *зоны покрытия* при различных диаметрах приемной антенны земной станции. Очевидно, что чем дальше находится антенна от центра зоны, тем больше должен быть ее диаметр.

Для спутникового вещания выделены специальные участки радиочастотного спектра в сантиметровом диапазоне волн, где допускается повышенная плотность потока мощности со спутника (радиовещательная спутниковая служба по терминологии МСЭ).

В 1977 г. состоялась Всемирная административная конференция по радио (ВАКР-77) по планированию радиовещательной спутниковой службы, на которой был принят ныне действующий Регламент радиосвязи. В соответствии с ним земной шар разделен на три района, для вещания на каждый из которых выделены свои полосы частот. Европа, Африка, Россия и страны СНГ и Монголия входят в Район 1.

6.3. *Спутниковые системы распределения телевизионных программ*

На территории России распределение двух общенациональных программ («Первый канал» и «Россия») ведется по зональному принципу с использованием массовых распределительных систем «Экран» и «Москва», базирующихся на геостационарных спутниках.

Система «Экран», использующая одноименный спутник, работает в диапазоне частот 0,714 ГГц (L диапазон). В диапазоне 0,714 ГГц спутниковое вещание сосуществует с наземным телевизионным

И достаточно дешевые приемные устройства. Система «Экран» обеспечивает зону обслуживания более 9 млн. км² и охватывает районы Сибири, Крайнего Севера, частично Дальнего Востока.

Для расширения зоны обслуживания без опасности создания помех наземным службам в 1979 г. была введена в эксплуатацию спутниковая система «Москва», работающая в диапазонах частот 6/4 ГГц (С диапазон). В данной системе повышенная до 40 Вт мощность бортового передатчика в сочетании с узконаправленной бортовой передающей антенной обеспечивает максимально допустимое значение эквивалентной изотропно-излучаемой мощности. Особенностью системы «Москва» является то, что для электромагнитной совместимости ее с существующими наземными и спутниковыми средствами было использовано искусственное рассеяние мощности путем дисперсии несущей. Несущая дополнительно отклоняется с частотой 2,5 Гц и девиацией ± 4 МГц. Это позволило соблюсти установленные МСЭ нормы на допустимую спектральную мощность потока (-152 дБВт/м² в полосе 4 кГц) при высокой интегральной плотности потока мощности у поверхности Земли - 120 дБ Вт/м². В зону, обслуживаемую одним ИСЗ, входят два-три часовых пояса, т.е. ее размер выбран с учетом принятых принципов организации многозонального телевизионного и звукового вещания в стране. Приемная параболическая антенна земной станции имеет диаметр зеркала 2,5 м с шириной диаграммы направленности $\pm 1^\circ$. В качестве входного устройства стало возможным применять неохлаждаемый параметрический усилитель с температурой шума 100 К. Таким образом, создана распределительная телевизионная система с приемом на сравнительно простые земные станции в диапазоне 4 ГГц, не требующие постоянного квалифицированного обслуживания. В комплект приемной станции «Москва» входит телевизионный ретранслятор мощностью 1,10 или 100 Вт или устройство для работы на СКТВ. «Москва» является системой прямого распределения телевизионных программ.

С 1988 г. работает телевизионная система «Москва-Глобальная», которая позволяет принимать программы отечественного телевидения практически во всех странах мира.

В настоящее время программы телевизионного вещания составляют более 70% трафика спутниковых систем в мире, а в отдельных системах достигают 100%.

6.4. *Передача цифровых сигналов MPEG-2/DVB-S по спутниковым каналам*

Обработка цифрового потока MPEG-2 для использования в спутниковом вещании детально специфицирована в стандарте EN 300 421, принятом ETSI в 1998 г. Последовательность этапов обработки приведена на рис. 15.

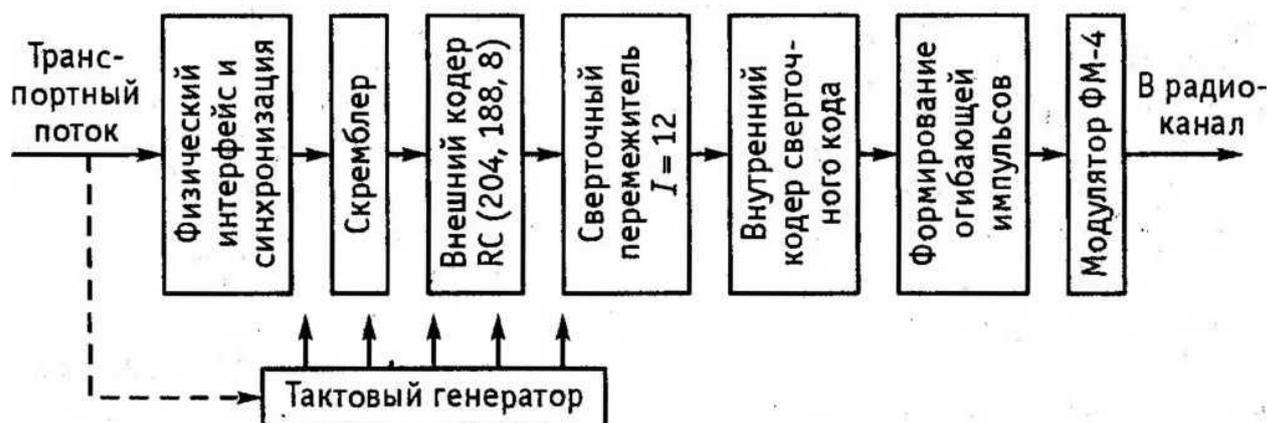


Рис. 15. Структурная схема обработки транспортного потока в стандарте EN 300 421

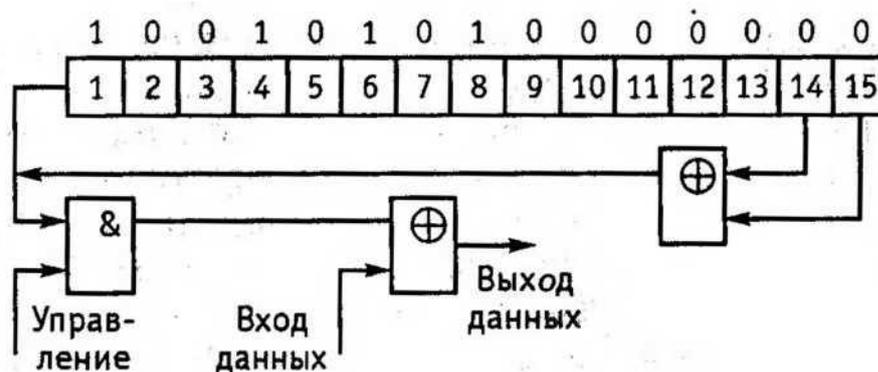


Рис. 16. Скремблирование данных в стандарте DVB-S

Пришедшие на вход модулятора транспортные пакеты длиной 188 байтов содержат, как мы знаем, синхробайт 0x47 и 187 байтов данных. Для устранения неопределенности фазы формируется

После скремблирования данные транспортного пакета подвергаются помехоустойчивому кодированию каскадным кодом, в котором в качестве внешнего используется укороченный код Рида-Соломона (204,188,8), в качестве внутреннего - сверточный код. Укороченный код Рида-Соломона формируется в кодере полного кода (255,239,8) путем добавления перед началом транспортного пакета группы из 51 байта, состоящей из одних нулей. Получившийся пакет из 239 байтов проходит кодирование, после которого символы $g(x) = x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$. Код Рида-Соломона устойчиво работает при вероятности ошибок на входе декодера не выше $2 \cdot 10^{-4}$, устраняя ошибки, с которыми не справился декодер сверточного кода, и обеспечивая выходную вероятность ошибок в пределах $10^{-10} \dots 10^{-11}$ (квазисвободный от ошибок канал). Такое высокое требование к коэффициенту ошибок связано с принятой DVB концепцией «контейнера данных», согласно которой цифровой канал должен быть универсальным и пригодным для передачи не только телевидения (для которого достаточно иметь вероятность ошибки $3 \cdot 10^{-6} \dots 10^{-7}$), но и любых других цифровых сигналов, в том числе и с повышенными требованиями к достоверности.

6.5. Особенности построения приемопередающих устройств системы непосредственного телевизионного вещания

Функциональная схема цифровой спутниковой системы НТВ.

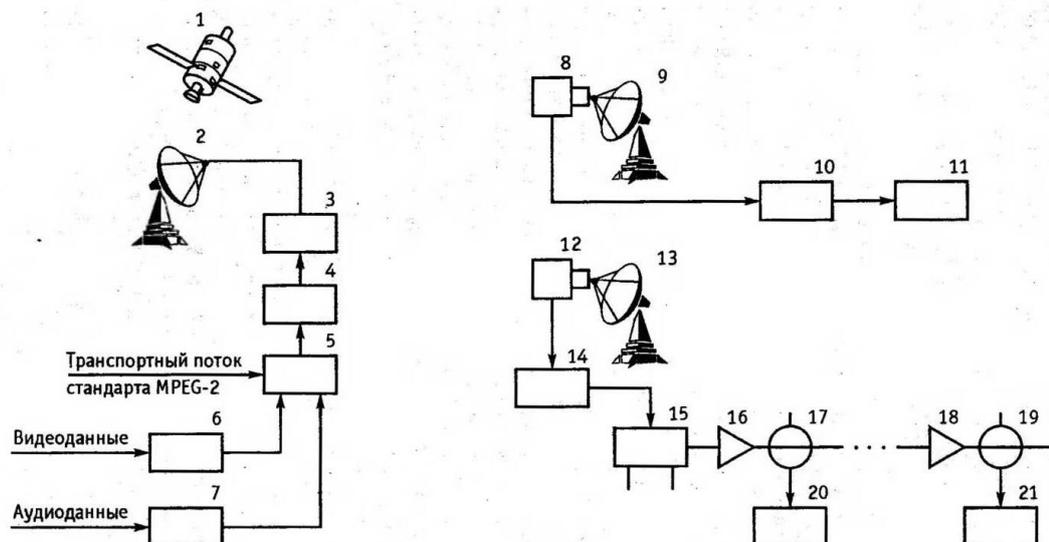
Радиотелевизионный передающий центр системы НТВ состоит из следующих функциональных устройств: кодеров аудио- и видеоданных; мультиплексора, модулятора, радиопередатчика и передающей спутниковой антенны параболического типа (рис. 9.7). Назначение кодеров заключается в формировании транспортных потоков стандарта MPEG-2 и в их помехоустойчивом кодировании. Далее с помощью мультиплексора формируется результирующий транспортный поток данных, который непосредственно подается на вход QPSK-модулятора. Генерируемый с помощью радиопередатчика радиосигнал, несущий информацию об аудио- и видеоданных телевизионных программ, с помощью параболической антенны диаметром в несколько метров (практически до 10 м) излучается в направлении связного ИСЗ.

Радиоаппаратура спутникового ретранслятора включает в себя: общую антенну зеркального типа, частотно-разделительное устройство, СВЧ приемник, работающий в диапазоне частот, который отведен ФСС и РСС на участке Земля-ИСЗ и радиопередатчик, генерирующий радиосигнал в диапазоне частот 12 ГГц.

Приемная аппаратура в спутниковой системе НТВ может быть двух типов: абонентские устройства и приемные устройства, обеспечивающие коллективный прием спутниковых телевизионных программ.

В состав аппаратуры непосредственного приема спутниковых телевизионных сигналов индивидуального типа входят: антенная система* представляющая собой в большинстве случаев параболическое зеркало с облучателем, устройство дистанционного управления

антенной, поляризатор, обеспечивающий выделение радиосигналов с выбранным направлением круговой или линейной поляризации, преобразователь спутниковых радиосигналов (конвертер), спутниковый абонентский приемник, типовой телевизор.



1 – ИСЗ; 2 – передающая спутниковая антенна; 3 – радиопередатчик; 4 – QPSK-модулятор; 5 – мультиплексор; 6, 7 – кодеры; 8, 12 – конвертеры, сочлененные с поляризаторами; 9, 13 – приемные спутниковые антенны; 10 – абонентский спутниковый приемник; 11 – телевизор; 14 – головная станция; 15 – разветвитель на несколько направлений; 16, 18 – магистральные усилители; 17, 19 – магистральные ответвители; 20, 21 – домовая распределительная сеть

Рис. 17. Упрощенная функциональная схема цифровой спутниковой системы НТВ

Неотъемлемой частью приемной аппаратуры спутниковых сигналов является позиционер, т.е. устройство дистанционного управления антенной системой. С помощью позиционера абонент имеет возможность перестраивать антенну на различные ИСЗ, находящиеся в разных позициях геостационарной орбиты. Иногда устройство дистанционного управления выполняется программируемым, что дает возможность перестраивать антенну по заранее составленному расписанию.

4.3. Лабораторные работы
учебным планом не предусмотрено

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование практической работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	4.	Алгебраический метод расчёта вероятностей свершения случайных событий.	3	-
2	4.	Основные теоремы теории вероятностей.	3	-
3	4.	Формула полной вероятности и теорема о гипотезах.	3	-
4	4.	Вероятностные расчёты при неоднократном повторении опытов.	3	-
5	4.	Законы распределения вероятностей случайных величин.	3	-
6	4.	Числовые характеристики случайных величин.	3	-
ИТОГО			18	-

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>				
		<i>1</i>	<i>13</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Введение. Принципы радиосвязи.	9	+	+	2	4,5	ЛК,СРС	ЗАЧЕТ
2. Радиопередающие устройства.	9	+	+	2	4,5	ЛК,СРС	ЗАЧЕТ
3. Радиоприемные устройства.	9	+	+	2	4,5	ЛК,СРС	ЗАЧЕТ
4. Физические основы телевидения.	27	+	+	2	13,5	ЛК,ПЗ,СРС	ЗАЧЕТ
5. Формирование телевизионного сигнала.	9	+	+	2	4,5	ЛК,СРС	ЗАЧЕТ
6. Сети телевизионного вещания.	9	+	+	2	4,5	ЛК,СРС	ЗАЧЕТ
<i>всего часов</i>	72	36	36	2	36		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Щербина, В. И. Основы современного телерадиовещания. Техника, технология и экономика вещательных компаний : учебное пособие / В. И. Щербина. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2004. - 224 с. (страницы 73-133)
2. Учебное телевидение : учебное пособие / А. Н. Варнавский, И. А. Провада, З. И. Лукьянова и др.; Под ред. С.К. Кантеника. - М. : Высшая школа, 1974. - 80 с. - Б. ц. (страницы 40-80)

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия (Лк, ЛР, ПЗ)	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Безруков, В. Н. Системы цифрового вещательного и прикладного телевидения [Текст] : учебное пособие / В. Н. Безруков, В. Г. Балобанов. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2015. - 608 с.	Лк, ПЗ	10	0,66
2	Телекоммуникационные системы и сети. В 3 т. Т. 1-3 / Под ред. В. П. Шувалова. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2014 - . Т.2 : Радиосвязь, радиовещание, телевидение / В. Н. Попантонопуло, Г. П. Катунин, Г. В. Мамчев. - 672 с.	Лк, ПЗ	10	0,66
Дополнительная литература				
3	Мамчев, Г. В. Теория и практика наземного цифрового телевизионного вещания [Текст] : учебное пособие / Г. В. Мамчев. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2012. - 340 с.	Лк, ПЗ	5	0,33
4	Тихонов, В. И. Случайные процессы : учеб. пособие для вузов / В. И. Тихонов, Б. И. Шахтарин, В. В. Сизых. - Москва : Радио и связь, 2003 - . Т.1 : Случайные величины и процессы. Примеры и задачи. - 400 с.	ПЗ.	3	0,2

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ
<http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
<http://e.lanbook.com>.

5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru> .

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .

7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/> .

8. Национальная электронная библиотека НЭБ
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

Практическое занятие №1

Алгебраический метод расчёта вероятностей свершения случайных событий.

Цель работы:

Познакомиться с алгебраическими методами расчета вероятностей свершения случайных событий.

Задание:

1. Изучить теоретические данные.
2. Познакомиться с формулами комбинаторики.
3. Решить предложенные задачи.

Порядок выполнения:

Изучить теоретические данные. Познакомиться с формулой свершения случайного события. Изучить формулы комбинаторики. Решить предложенные задачи.

Форма отчетности:

Отсутствует.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в четвертом разделе данной дисциплины.

Основная литература

1. Безруков, В. Н. Системы цифрового вещательного и прикладного телевидения [Текст] : учебное пособие / В. Н. Безруков, В. Г. Балобанов. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. - 608 с.
2. Телекоммуникационные системы и сети. В 3 т. Т. 1-3 / Под ред. В. П. Шувалова. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2014 - . Т.2 : Радиосвязь, радиовещание, телевидение / В. Н. Попантопуло, Г. П. Катунин, Г. В. Мамчев. - 672 с.

Дополнительная литература

1. Мамчев, Г. В. Теория и практика наземного цифрового телевизионного вещания [Текст] : учебное пособие / Г. В. Мамчев. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2012. - 340 с.
2. Тихонов, В. И. Случайные процессы : учеб. пособие для вузов / В. И. Тихонов, Б. И. Шахтарин, В. В. Сизых. - Москва : Радио и связь, 2003 - . Т.1 : Случайные величины и процессы. Примеры и задачи. - 400 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как найти вероятность свершения события?
2. Какие бывают случаи в комбинаторике?
3. В чем отличие между перестановкой и размещением?
4. В чем отличие между размещением и сочетанием?
5. В чем отличие между перестановкой и сочетанием?

Практическое занятие №2

Основные теоремы теории вероятностей.

Цель работы:

Приобрести навыки работы с основными теоремами теории вероятностей

Задание:

1. Изучить теорему умножения вероятностей.
2. Изучить теорему сложения вероятностей.

Порядок выполнения:

Изучить теоретические данные. Изучить различные теоремы теории вероятностей. Решить предложенные задачи.

Форма отчетности:

Отсутствует.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в четвертом разделе данной дисциплины.

Основная литература

1. Безруков, В. Н. Системы цифрового вещательного и прикладного телевидения [Текст] : учебное пособие / В. Н. Безруков, В. Г. Балобанов. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. - 608 с.
2. Телекоммуникационные системы и сети. В 3 т. Т. 1-3 / Под ред. В. П. Шувалова. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2014 - . Т.2 : Радиосвязь, радиовещание, телевидение / В. Н. Попантопуло, Г. П. Катунин, Г. В. Мамчев. - 672 с.

Дополнительная литература

1. Мамчев, Г. В. Теория и практика наземного цифрового телевизионного вещания [Текст] : учебное пособие / Г. В. Мамчев. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2012. - 340 с.
2. Тихонов, В. И. Случайные процессы : учеб. пособие для вузов / В. И. Тихонов, Б. И. Шахтарин, В. В. Сизых. - Москва : Радио и связь, 2003 - . Т.1 : Случайные величины и процессы. Примеры и задачи. - 400 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назвать теорему умножение вероятностей.
2. Назвать теорему умножение вероятностей независимых событий.
3. Назвать теорему сложения вероятностей.
4. Назвать теорему сложения вероятностей несовместных событий.

Практическое занятие №3

Формула полной вероятности и теорема о гипотезах.

Цель работы:

Приобрести навыки работы с формулой полной вероятностей.

Задание:

1. Изучить формулу полной вероятности
2. Изучить теорему о гипотезах.

Порядок выполнения:

Изучить формулу полной вероятности и теорему о гипотезах. Решить предложенные задачи.

Форма отчетности:

Отсутствует.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в четвертом разделе данной дисциплины.

Основная литература

1. Безруков, В. Н. Системы цифрового вещательного и прикладного телевидения [Текст] : учебное пособие / В. Н. Безруков, В. Г. Балобанов. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. - 608 с.
2. Телекоммуникационные системы и сети. В 3 т. Т. 1-3 / Под ред. В. П. Шувалова. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2014 - . Т.2 : Радиосвязь, радиовещание, телевидение / В. Н. Попантопуло, Г. П. Катунин, Г. В. Мамчев. - 672 с.

Дополнительная литература

1. Мамчев, Г. В. Теория и практика наземного цифрового телевизионного вещания [Текст] : учебное пособие / Г. В. Мамчев. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2012. - 340 с.
2. Тихонов, В. И. Случайные процессы : учеб. пособие для вузов / В. И. Тихонов, Б. И. Шахтарин, В. В. Сизых. - Москва : Радио и связь, 2003 - . Т.1 : Случайные величины и процессы. Примеры и задачи. - 400 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите формулу полной вероятности.
2. Расскажите теорему о гипотезах
3. В каких случаях применяет формула полной вероятности, а в каких теорема о гипотезах?

Практическое занятие №4

Вероятностные расчёты при неоднократном повторении опытов.

Цель работы:

Приобрести навыки работы с формулами нахождения вероятностей при повторении опытов.

Задание:

1. Изучить частную теорему о повторении опытов.
2. Изучить локальную и интегральную формулу Муавра-Лапласа.

Порядок выполнения:

Изучить частную теорему о повторении опытов и локальную и интегральную формулу Муавра-Лапласа. Решить предложенные задачи.

Форма отчетности:

Отсутствует.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в четвертом разделе данной дисциплины.

Основная литература

1. Безруков, В. Н. Системы цифрового вещательного и прикладного телевидения [Текст] : учебное пособие / В. Н. Безруков, В. Г. Балобанов. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. - 608 с.
2. Телекоммуникационные системы и сети. В 3 т. Т.1-3 / Под ред. В. П. Шувалова. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2014 - . Т.2 : Радиосвязь, радиовещание, телевидение / В. Н. Попантопуло, Г. П. Катунин, Г. В. Мамчев. - 672 с.

Дополнительная литература

1. Мамчев, Г. В. Теория и практика наземного цифрового телевизионного вещания [Текст] : учебное пособие / Г. В. Мамчев. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2012. - 340 с.
2. Тихонов, В. И. Случайные процессы : учеб. пособие для вузов / В. И. Тихонов, Б. И. Шахтарин, В. В. Сизых. - Москва : Радио и связь, 2003 - . Т.1 : Случайные величины и процессы. Примеры и задачи. - 400 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. В чем отличие формул расчета вероятностей при однократном выполнении опыта и многократном повторении?
2. В каких случаях применяется формула Муавра-Лапласа.

Практическое занятие №5

Законы распределения вероятностей случайных величин.

Цель работы:

Приобрести навыки работы с законом распределения вероятностей случайных величин.

Задание:

1. Изучить функцию распределения вероятностей случайных величин.
2. Изучить определение плотности распределения вероятностей.

Порядок выполнения:

Изучить функцию распределения вероятностей случайных величин и формулу плотности распределения вероятностей. Решить предложенные задачи.

Форма отчетности:

Отсутствует.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в четвертом разделе данной дисциплины.

Основная литература

1. Безруков, В. Н. Системы цифрового вещательного и прикладного телевидения [Текст] : учебное пособие / В. Н. Безруков, В. Г. Балобанов. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. - 608 с.
2. Телекоммуникационные системы и сети. В 3 т. Т. 1-3 / Под ред. В. П. Шувалова. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2014 - . Т.2 : Радиосвязь, радиовещание, телевидение / В. Н. Попантопуло, Г. П. Катунин, Г. В. Мамчев. - 672 с.

Дополнительная литература

1. Мамчев, Г. В. Теория и практика наземного цифрового телевизионного вещания [Текст] : учебное пособие / Г. В. Мамчев. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2012. - 340 с.
2. Тихонов, В. И. Случайные процессы : учеб. пособие для вузов / В. И. Тихонов, Б. И. Шахтарин, В. В. Сизых. - Москва : Радио и связь, 2003 - . Т.1 : Случайные величины и процессы. Примеры и задачи. - 400 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какой вид может принимать функция распределения случайной величины?
2. Что показывает плотность распределения вероятностей?
3. Каким интегралом описывается распределения вероятностей нормально распределенной случайной величины?

Практическое занятие №6

Числовые характеристики случайных величин.

Цель работы:

Приобрести навыки работы с числовыми характеристиками случайных величин.

Задание:

1. Изучить формулу математического ожидания.
2. Изучить формулу дисперсии.
3. Изучить формулу среднеквадратического отклонения.

Порядок выполнения:

Изучить формулы математического ожидания, дисперсии и среднеквадратического отклонения. Решить предложенные задачи.

Форма отчетности:

Отсутствует.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в четвертом разделе данной дисциплины.

Основная литература

1. Безруков, В. Н. Системы цифрового вещательного и прикладного телевидения [Текст] : учебное пособие / В. Н. Безруков, В. Г. Балобанов. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. - 608 с.
2. Телекоммуникационные системы и сети. В 3 т. Т. 1-3 / Под ред. В. П. Шувалова. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2014 - . Т.2 : Радиосвязь, радиовещание, телевидение / В. Н. Попантопуло, Г. П. Катунин, Г. В. Мамчев. - 672 с.

Дополнительная литература

1. Мамчев, Г. В. Теория и практика наземного цифрового телевизионного вещания [Текст] : учебное пособие / Г. В. Мамчев. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2012. - 340 с.
2. Тихонов, В. И. Случайные процессы : учеб. пособие для вузов / В. И. Тихонов, Б. И. Шахтарин, В. В. Сизых. - Москва : Радио и связь, 2003 - . Т.1 : Случайные величины и процессы. Примеры и задачи. - 400 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назвать формулы дисперсии.
2. Назвать формулу математического ожидания.
3. Сформулировать логический смысл дисперсии.
4. Сформулировать логический смысл математического ожидания.
5. Назвать формулу среднеквадратического отклонения

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – преподаватель использует для:

- получения информации при подготовке к занятиям,
- создания презентационного сопровождения лекций;
- интерактивного общения;
- ОС Windows 7 Professional;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level ;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ПЗ</i>
1	2	3	4
ПЗ	Лаборатория «Управление в технических системах»	Лабораторный комплекс «Локальные сети ЭВМ» на 10 рабочих мест	ПЗ 1-5
СР	ЧЗЗ	-	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-3	Способность владеть основными методами, способами средствами получения, хранения, переработки информации	1. Введение. Принципы радиосвязи.	1.1. Введение в радиосвязь	Вопросы к зачету
			1.3. Распространение гектометровых, километровых и дециметровых волн.	Вопросы к зачету
		2. Радиопередающие устройства.	2.1. Основные функциональные узлы радиопередатчика	Вопросы к зачету
			2.3. Особенности усилителей мощности радиопередающих устройств	Вопросы к зачету
			2.5. Принципы стабилизации частоты.	Вопросы к зачету
		3. Радиоприемные устройства.	3.1. Назначение и виды радиоприемных устройств	Вопросы к зачету
			3.3. Структурные схемы радиоприемников	Вопросы к зачету
		4. Физические основы телевидения.	4.1. Основные характеристики зрительного анализатора	Вопросы к зачету
			4.3. Цветовая система XYZ	Вопросы к зачету
		5. Формирование телевизионного сигнала.	5.1. Форма полного телевизионного сигнала	Вопросы к зачету
			5.3. Принципы формирования сигналов в системах цветного телевидения	Вопросы к зачету
			5.5. Дискретизация и квантование телевизионного сигнала	Вопросы к зачету
		6. Сети телевизионного вещания.	6.1. Структура передающей сети телевизионного вещания	Вопросы к зачету
			6.3. Спутниковые системы распределения телевизионных программ	Вопросы к зачету
			6.5. Особенности построения приемопередающих устройств системы непосредственного	Вопросы к зачету

			телевизионного вещания	
ПК-13	Способность осуществлять подготовку типовых технических проектов на различные инфокоммуникационные объекты	1. Введение. Принципы радиосвязи	1.2. Распространение сантиметровых, дециметровых и метровых радиоволн.	Вопросы к зачету
			1.4. Параметры и характеристики антенн	Вопросы к зачету
		2. Радиопередающие устройства.	2.2. Технические показатели радиопередатчика	Вопросы к зачету
			2.4. Генерирование высокочастотных колебаний	Вопросы к зачету
		3. Радиоприемные устройства.	3.2. Основные показатели радиоприемных устройств	Вопросы к зачету
		4. Физические основы телевидения.	4.2. Параметры воспроизводимых телевизионных изображений	Вопросы к зачету
			4.4. Колориметрическое определение цвета	Вопросы к зачету
		5. Формирование телевизионного сигнала.	5.2. Спектральный состав телевизионного сигнала	Вопросы к зачету
			5.4. Общие принципы построения системы цифрового телевидения	Вопросы к зачету
			5.6. Стандарт кодирования MPEG-2	Вопросы к зачету
		6. Сети телевизионного вещания.	6.2. Принципы спутникового вещания	Вопросы к зачету
			6.4. Передача цифровых сигналов MPEG-2/DVB-S по спутниковым каналам	Вопросы к зачету

2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		Вопросы к зачету	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ОПК-3	Способность владеть основными методами, способами средствами получения, хранения, переработки информации	1. Введение в радиосвязь	1. Введение. Принципы радиосвязи.
			2. Распространение гектометровых, километровых и мириаметровых волн.	
			1. Основные функциональные узлы радиопередатчика	2. Радиопередающие устройства.
			2. Особенности усилителей мощности радиопередающих устройств	
			3. Принципы стабилизации частоты.	
1. Назначение и виды радиоприемных	3. Радиоприемные			

			устройств	устройства.
			2. Структурные схемы радиоприемников	
			1. Основные характеристики зрительного анализатора	4. Физические основы телевидения.
			2. Цветовая система XYZ	
			1. Форма полного телевизионного сигнала	5. Формирование телевизионного сигнала.
			2. Принципы формирования сигналов в системах цветного телевидения	
			3. Дискретизация и квантование телевизионного сигнала	
			1. Структура передающей сети телевизионного вещания	6. Сети телевизионного вещания.
			3. Спутниковые системы распределения телевизионных программ	
			5. Особенности построения приемопередающих устройств системы непосредственного телевизионного вещания	
2	ПК-13	Способность осуществлять подготовку типовых технических проектов на различные инфокоммуникационные объекты	1. Распространение сантиметровых, дециметровых и метровых радиоволн	1. Введение. Принципы радиосвязи
			2. Параметры и характеристики антенн	
			1. Технические показатели радиопередатчика	2. Радиопередающие устройства.
			2. Генерирование высокочастотных колебаний	
			1. Основные показатели радиоприемных устройств	3. Радиоприемные устройства.
			1. Колориметрическое определение цвета	4. Физические основы телевидения.
			2. Параметры воспроизводимых телевизионных изображений	
			1. Спектральный состав телевизионного сигнала	5. Формирование телевизионного сигнала.
			2. Общие принципы построения системы цифрового телевидения	
			3. Стандарт кодирования MPEG-2	
			1. Принципы спутникового вещания	6. Сети телевизионного вещания.
			2. Передача цифровых сигналов MPEG-2/DVB-S по спутниковым каналам	

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОПК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах – основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, (ПК-13) – особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем; <p>Уметь (ОПК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> – формулировать основные технические требования к телекоммуникационным сетям и системам (ПК-13) – оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением новой телекоммуникационной техники; 	<p>Зачтено</p>	<p>Студент должен во время ответа показать знания: основных показателей радиосигналов, радиоприемной и радиопередающей аппаратуры, основных терминов используемые в научно-технической литературе по цифровому телерадиовещанию. Студент должен иметь навыки владения: использования универсальных программных продуктов на ПК, понимания материала и способности высказывания мыслей на научно-техническом языке. Студент во время ответа должен продемонстрировать умения: использования навыков анализа цифровых сигналов и законов их формирования.</p>
<p>Владеть (ОПК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> – техникой инженерной и компьютерной графики (ввод, вывод, отображение, преобразование и редактирование графических объектов на компьютере). (ПК-13) – навыками расчета внешних характеристик систем передачи данных. 	<p>Не зачтено</p>	<p>На вопросы студент отвечает неубедительно. На дополнительные вопросы преподавателя также не может ответить.</p>

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина технологии цифрового телевидения направлена на ознакомление с основными законами формирования телевизионного сигналами и средствами его передачи до потребителей, и их практическим применением в современных системах телекоммуникаций; на получение теоретических знаний и практических навыков с различными схемами цифрового телевизионного оборудования для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины технологии цифрового телевидения предусматривает:

- лекции,
- практические занятия,
- самостоятельную работу студента,
- зачет

В ходе освоения раздела 1 «Введение. Принципы радиосвязи» студенты должны изучить: введение в радиосвязь, распространение сантиметровых, дециметровых и метровых радиоволн, распространение гектометровых, километровых и метрических волн, а также параметры и характеристики антенн.

В ходе освоения раздела 2 «Радиопередающие устройства» студенты должны изучить: Основные функциональные узлы радиопередатчика, технические показатели радиопередатчика, особенности усилителей мощности радиопередающих устройств, генерирование высокочастотных колебаний, принципы стабилизации частоты.

В ходе освоения раздела 3 «Радиоприемные устройства» студенты должны изучить: Назначение и виды радиоприемных устройств, основные показатели радиоприемных устройств, структурные схемы радиоприемников.

В ходе освоения раздела 4 «Физические основы телевидения» студенты должны изучить: основные характеристики зрительного анализатора, колориметрическое определение цвета, цветовая система XYZ, параметры воспроизводимых телевизионных изображений.

В ходе освоения раздела 5 «Формирование телевизионного сигнала» студенты должны изучить: Форма полного телевизионного сигнала, спектральный состав телевизионного сигнала, принципы формирования сигналов в системах цветного телевидения, общие принципы построения системы цифрового телевидения, дискретизация и квантование телевизионного сигнала, стандарт кодирования MPEG-2.

В ходе освоения раздела 6 «Сети телевизионного вещания» студенты должны изучить: структура передающей сети телевизионного вещания, принципы спутникового вещания, спутниковые системы распределения телевизионных программ, передача цифровых сигналов MPEG-2/DVB-S по спутниковым каналам, особенности построения приемопередающих устройств системы непосредственного телевизионного вещания.

В процессе проведения практических работ происходит формирование знаний применения теории вероятностей в системах телекоммуникаций.

При подготовке к зачету рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: радиопередающие устройства, общие принципы построения системы цифрового телевидения.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины

Технологии цифрового телерадиовещания

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: изучение общих принципов построения и функционирования цифрового оборудования телевизионных и радиовещательных студий, ознакомление студентов с технологией цифрового производства телевизионных и радиовещательных программ.

Задачей изучения дисциплины является: обучить студентов знанием теории и практики современных технологий цифрового телерадиовещания.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк – 18 часов, ПЗ – 18 часов, СРС – 36 часов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часов, 2 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Введение. Принципы радиосвязи
2. Радиопередающие устройства
3. Радиоприемные устройства
4. Физические основы телевидения
5. Формирование телевизионного сигнала
6. Сети телевизионного вещания

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей компетенции:

ОПК-3 - Способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.

ПК-13 - Способность осуществлять подготовку типовых технических проектов на различные инфокоммуникационные объекты

4. Вид промежуточной аттестации: зачет

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи от «6» марта 2015 г. №174

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «13» июля 2015г. № 475

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016г. № 429

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «6» марта 2017г. № 125

для набора 2018 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018г. № 130

Программу составил (и):

Ульянов А.Д. старший преподаватель кафедры УТС
Ф.И.О., должность, ученое звание, (степень)

_____ (подпись)

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры _____ УТС
(сокращенное наименование)
от «28» декабря 2018 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой УТС
(разработчик)

_____ (подпись)

Игнатъев И.В.
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

_____ (подпись)

Игнатъев И.В.
(Ф.И.О.)

Директор библиотеки

_____ (подпись)

Сотник Т.Ф.

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЭиА факультета
(сокращенное наименование)
от «28» декабря 2018 г., протокол № 6

Председатель методической комиссии факультета

_____ (подпись)

Ульянов А.Д.
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Начальник

учебно-методического управления _____

Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____