

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Государственное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Владимирский государственный университет имени  
 Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

«УТВЕРЖДАЮ»  
 Проректор по учебно-методической работе  
 А.А.Панфилов  
 2015г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**"ОБЩАЯ ТЕОРИИ СВЯЗИ "**

Направление подготовки: 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профили / программа подготовки:

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

Семестр	Трудоемкость (зач. ед, /час.)	Лекций, (час.)	Практ. занятий, (час.)	Лаборат. работ, (час.)	СРС, (час.)	Форма контроля (экз./зачет)
3	8/288	4	4	8	245	Экз. (27 час)
<b>Итого</b>	<b>8/288</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>245</b>	<b>Экз. (27 час.).</b>

Владимир, 2015

*Мел*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины "Общая теории связи" являются:

1. Подготовка в области знания основных принципов построения и функционирования современной телекоммуникационной аппаратуры и ее типовыми решениями и конструкциями.
2. Формирование практических навыков расчетов систем связи.
3. Подготовка в области радиотехники для разных сфер экспериментально-исследовательской профессиональной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина "Общая теории связи" относится к базовой части дисциплин (Б1.Б.13):

**Взаимосвязь с другими дисциплинами**

Курс "Общей теории связи" основывается на знании "Математики", "Физики", "Основы теории цепей".

Полученные знания могут быть использованы при дипломном проектировании и при изучении дисциплин «Схемотехника телекоммуникационных устройств», «Методы и устройства передачи сигналов», «Методы и устройства приема сигналов», «Основы построения инфокоммуникационных систем», а также в процессе разработки и проектирования радиоаппаратуры.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

- способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики, организовывать и проводить их испытания с целью оценки требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов (ПК-17);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **Знать:**

- физические эффекты и процессы, лежащие в основе принципов действия радиоэлектронных систем связи;
- особенности построения, параметры и виды основных типов систем связи
- построение блоков, осуществляющих усиление, фильтрацию, генерацию и обработку сигналов в системах связи, особенности микроминиатюризации таких устройств на базе применения интегральных микросхем.

### **Уметь:**

- определять параметры и характеристики систем связи;
- использовать основные приемы обработки экспериментальных данных;

### **Владеть:**

- навыками практической работы с лабораторными макетами;

- навыками выбора типов и параметров узлов систем связи, исходя из технических требований и условий эксплуатации.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: "Основы теории связи "

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы по применению интерактивных методов	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации	
		Неделя семестра		Лекции	Консультации	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС			КП/КР
1.	Введение. Значение и место курса. Основные понятия и термины. Историческая справка.	3	1							20			
2	Математические модели сигналов. Спектральное представление сигналов	3	2	2			2			30		2/50	
3	Модулированные сигналы	3	3	2						20		2/100	
4.	Архитектура взаимоувязанной сети связи РФ. Первичные электрические сигналы и их характеристики. Коммутация каналов, сообщений и пакетов.	3	4							25			
5.	Принципы построения систем коммутации.	3	5							20			
6.	Элементы теории телетрафика. Типовые каналы передачи.	3	6,7							20			
7.	Организация двухсторонних каналов, особенности передачи информации по двухсторонним каналам. Развязывающие устройства.	3	8, 9				2			20			
8.	Принципы построения систем передачи с частотным разделением каналов (ЧРК).	3	10, 11					4		20			
9.	Методы формирования и передачи канальных сигналов в системах передачи с ЧРК. Иерархическое построение систем с ЧРК.	3	12, 13							25			
10	Принципы построения систем передачи с временным	3	14, 15					4		25			

	разделением каналов (ВРК) и импульсно-кодовой модуляцией..												
11	Иерархическое построение систем с ИКМ	3	16,17							20			
Всего			4			4	8			245	4/25	экзамен	

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: (лабораторные работы, контрольные аудиторские работы, индивидуальные домашние работы). Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 4 час занятий.

### 5.2. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению и защите лабораторных заданий, а также при выполнении индивидуальной домашней работы. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций.

### 5.3. Мультимедийные технологии обучения

Все лекционные занятия проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора и представлением от 15 до 20 слайдов по каждой лекции.

Студентам предоставляется компьютерный курс лекций и описания всех лабораторных работ. Компьютерные технологии используются для оформления лабораторных работ.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 6.1. Вопросы к экзамену

1. Основные понятия и определения теории связи.
2. Обобщенная структура взаимодействия телекоммуникационных систем и сетей.
3. Логарифмические единицы измерения.
4. Рабочие затухания и диаграмма уровней.
5. Первичные сигналы электросвязи и их параметры.
6. Телефонные (речевые) сигналы.
7. Сигналы звукового вещания.

8. Факсимильные сигналы.
9. Телевизионные сигналы.
10. Сигналы передачи данных и телеграфии.
11. Классификация и основные характеристики каналов передачи.
12. Канал передачи, как 4-х полюсник.
13. Канал тональной частоты.
14. Канал звукового вещания.
15. Канал изображения.
16. Широкополосные и цифровые каналы.
17. Двухсторонние каналы.
18. Требования к развязывающим устройствам и их классификация.
19. РДС.
20. ТДС.
21. Неуравновешенные дифференциальные системы и сравнение РДС и ТДС.

#### **6.4. Задания к СРС и рекомендации по их выполнению**

В рамках СРС проводятся расчеты по исследованию метода разделения сигналов CDMA (“Code Division Multiple Access”), используемого в современных функционирующих и перспективных системах связи.

**ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.** (Подробное содержание студенты могут получить во время лекций и в электронном лекционном курсе).

Метод CDMA является одним из перспективных методов разделения сигналов, который в будущем призван заменить ныне используемые методы разделения (Частотное разделение и временное разделение). Особенностью и отличием метода от прочих является то, что сигналы всех абонентов одновременно передаются в одно и то же время и в одном и том же частотном диапазоне. Основным признаком их отличия выступает индивидуальный код, присваиваемых каждому абоненту.

На приеме осуществляется корреляционный прием в цифровой форме, т.е. фильтр приемника настроен на прием кода конкретного абонента таким образом, чтобы при получении суммы сигналов от многих абонентов он «чувствовал» только своего абонента, а на сигналы других абонентов не реагировал. При практических расчетах студенты на своем примере проверяют данное свойство корреляционного приема и исследуют особенности, попутно возникающие при обработке сигналов. При объяснении методики выполнения расчетов преподаватель производит упрощенный расчет на основе укороченного кода. Рассчитывается выходной сигнал приемника при приеме «своего» сигнала, на который настроен фильтр приемника и при приеме «чужого» сигнала. Преподаватель комментирует результаты расчетов.

#### **ПРИМЕР РАСЧЕТА.**

При передаче цифровых (логических) сигналов каждой передаваемой логической единице присваивается свой уникальный цифровой код длины  $N$ . Поскольку передача осуществляется бинарными сигналами, то передача логической единицы соответствует передаче последовательности  $N$  противоположных символов (физических сигналов), которые обозначаются через  $+1$  и  $-1$ . Передаче логического нуля соответствует эта же последовательность, но инвертированная, т.е. вместо  $+1$  передается  $-1$  и наоборот.

В приемнике сигналы обрабатываются согласно алгоритму, укрупненная структурная схема которого приведена на рис. 1.

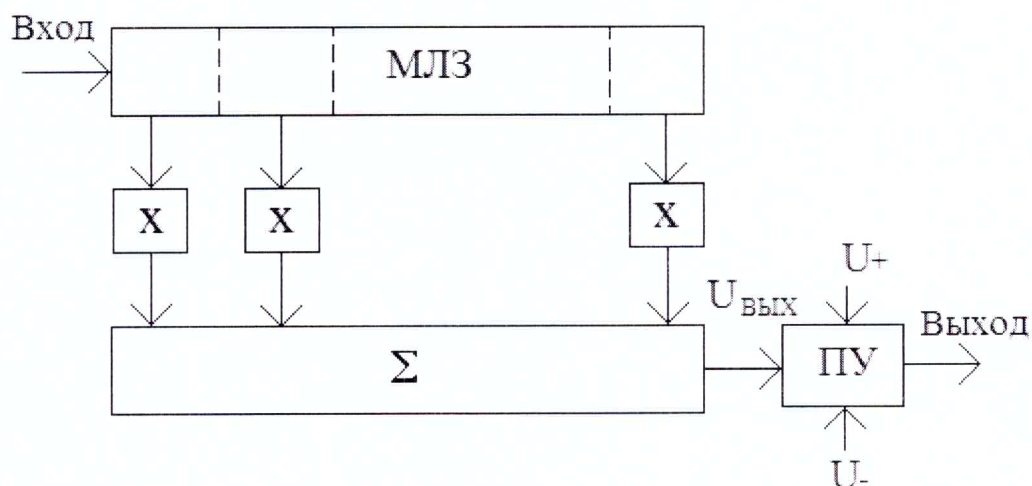


Рис. 1

На схеме обозначены: многоотводная линия задержки (МЛЗ), перемножители (X), арифметический сумматор ( $\Sigma$ ) и пороговое устройство (ПУ), которое принимает решение о передаче того или иного логического символа. На вход МЛЗ непрерывно поступает последовательность символов +1 и -1, образующая группы по N символов, каждая из которых соответствует передаваемым в данный момент логической единице или логическому нулю. Длительность символов равна T.

Значения символов запоминаются в ячейках МЛЗ. Через интервал времени, равный T, на вход МЛЗ поступает новый символ принятой последовательности. При этом вся ранее запомненная последовательность символов сдвигается вправо. Символ, находившийся в последней ячейке удаляется.

С параллельных выходов МЛЗ значения символов поступают на перемножители (X). В каждом из них значения символа умножается либо на +1 (т.е., остается без изменений), либо умножается на -1, т.е. его знак изменяется на противоположный. Последовательность ячеек с тем или иным коэффициентом передачи определяет настройку приемника на прием конкретного кода. Она должна точно повторять последовательность символов, присвоенных данному абоненту. При этом с приходом сигналов от этого абонента отклик приемника на его сигнал будет иметь максимальный уровень. Если же приходит сигнал от другого абонента, то отклик приемника на него будет небольшим. Это и служит признаком кодового разделения каналов передачи.

В сумматоре осуществляется простое арифметическое сложение сигналов с выходов всех перемножителей. Суммарный сигнал  $U_{\text{ВЫХ}}$  подается на пороговое устройство. Фактически, это – блок принятия решения. Решение о передаче того или иного логического символа производится в нем на основе сравнения напряжения  $U_{\text{ВЫХ}}$  со значениями двух порогов  $U_+$  и  $U_-$ . Если  $U_{\text{ВЫХ}} > U_+$ , то принимается решение, что в данной группе символов передавалась логическая единица. Если  $U_{\text{ВЫХ}} < U_-$ , то принимается решение, что передавался логический ноль.

Рассмотрим обработку простейшего кода для N=6. Пусть передаче логической единицы соответствует последовательность символов: +1,+1,-1,-1, +1,-1. (Передаче логического нуля соответствует инверсная последовательность вида: -1,-1,+1,+1,-1+1.)

Пусть по линии связи передаются последовательно две логические единицы, т.е. последовательность символов: +1,+1,-1,-1,+1,-1,+1,+1,-1,-1, +1,-1. Тогда процесс обработки сигналов можно проиллюстрировать таблицей 1.

В таблице 1 строки объединены в группы по три строки. Цифры +1 и -1 для краткости записи обозначены знаками “+” и “-“. Группы соответствуют моментам времени  $t1 \div t2$ , следующими один за другим через интервал T. В первой строке каждой группы показана последовательность символов, соответствующая передаче подряд двух логических

единиц. В каждой последующей группе вся эта последовательность символов сдвигается на одну позицию соответственно сдвигу в МЛЗ. Также показана сдвигающаяся с каждым тактом граница между символами, соответствующими разным логическим единицам (обозначена вертикальной линией). Вторая строка символов из шести клеток одинакова в каждой группе и соответствует последовательному размещению множителей в шести перемножителях. Третья строка символов в каждой клетке содержит результаты перемножения двух вертикально расположенных символов из расположенных над ней клеток. В крайних больших клетках приведены значения суммарного напряжения  $U_{\text{ВЫХ}}$  на выходе сумматора в соответствующие моменты времени.

На рис. 2 приведен график изменения по времени отсчетов, снимаемых с выхода сумматора (т.е.  $U_{\text{ВЫХ}}$ ).

Из графика следует, что в моменты времени  $t_1$  и  $t_7$  значения превышают величину порога  $U_+$ , который выбран в данном случае равным  $+3$ . (Отрицательный порог  $U_-$  равен  $-3$ ). При этом ПУ выработает правильное решение, что передавалось подряд две логические единицы. Если передаются логические нули, то отсчеты будут принимать значения, равные  $-6$ .

Таблица 1.

+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	t1
						+	+	-	-	+	-	$U_{\text{ВЫХ}}=+6$
						+	+	+	+	+	+	
	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	t2
						+	+	-	-	+	-	$U_{\text{ВЫХ}}=-2$
						-	+	-	+	-	-	
		+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	t3
						+	+	-	-	+	-	$U_{\text{ВЫХ}}=-2$
						+	-	-	-	-	+	
			+	+	-	-	+	-	+	+	-	t4
						+	+	-	-	+	-	$U_{\text{ВЫХ}}=+2$
						-	+	+	-	+	+	
				+	+	-	-	+	-	+	+	t5
						+	+	-	-	+	-	$U_{\text{ВЫХ}}=-2$
						-	-	-	+	+	-	
					+	+	-	-	+	-	+	t6
						+	+	-	-	+	-	$U_{\text{ВЫХ}}=-2$
						+	-	+	-	-	-	
						+	+	-	-	+	-	t7
						+	+	-	-	+	-	$U_{\text{ВЫХ}}=+6$
						+	+	+	+	+	+	

Следует отметить, что в подобной схеме происходит концентрация энергии во времени. Действительно, уровень подаваемых на МЛЗ сигналов составляет одну относительную единицу, а уровень сигналов, поступающих на вход ПУ, равен  $N$ . Это приводит к увеличению отношения мощности сигнала к шуму и улучшению помехоустойчивости.

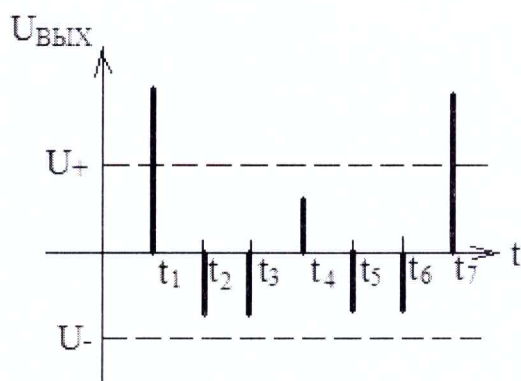


Рис. 2

Теперь рассмотрим ситуацию, когда на вход данного приемника приходит сигнал другого абонента, на код которого приемник не настроен. Повторим всю описанную процедуру обработки сигналов, подав на вход МЛЗ подряд две логические единицы, но закодированные другим кодом, например, последовательностью символов: +1, -1, -1, -1, +1, +1. Построим для такой последовательности таблицу (таблица 2), аналогичную первой. Вторые строчки каждой группы останутся теми же, т.к. они определяются структурой приемника, которая осталась неизменной.

График выходного сигнала сумматора для этой ситуации показан на рисунке 3. Ни один пороговый уровень не превышает, и приемник не будет реагировать на этот сигнал. Таким образом, нужный сигнал приемником фиксируется, ненужные сигналы не воспринимаются, чем и осуществляется разделение сигналов.

В соответствии с вышеизложенной методикой студенты производят расчеты по исследованию свойств метода разделения сигналов CDMA с собственными кодами согласно полученному индивидуальному заданию. Список кодов согласно номерам индивидуальных заданий находится в таблице 3. Для краткости записи коды даны в восьмеричной системе исчисления. Во всех заданиях количество символов кода  $N$  равно 18, следовательно, его можно записать шестью восьмеричными числами. Соответствие записи одной цифры в восьмеричной системе и трех символов кода приведено ниже в таблице 4. При расчетах значения пороговых уровней принимаются равными  $U_+ = 9,5$  и  $U_- = -9,5$ .

Таблица 2.

+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	t1
						+	+	-	-	+	-	U <sub>ВЫХ</sub> =+2
						+	-	+	+	+	-	
	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	t2
						+	+	-	-	+	-	U <sub>ВЫХ</sub> =+2
						+	+	+	+	-	-	
		+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	t3
						+	+	-	-	+	-	U <sub>ВЫХ</sub> =+2
						+	+	-	+	-	+	
			+	-	-	-	+	+	+	-	-	t4
						+	+	-	-	+	-	U <sub>ВЫХ</sub> =-2
						-	+	-	-	-	+	
				+	-	-	-	+	+	+	-	t5
						+	+	-	-	+	-	U <sub>ВЫХ</sub> =-2
						-	-	-	-	+	+	
					+	-	-	-	+	+	+	t6
						+	+	-	-	+	-	U <sub>ВЫХ</sub> =-2
						-	-	+	-	+	-	



						+	-	-	-	+	+	t7
						+	+	-	-	+	-	U <sub>ВЫХ</sub> =+2
						+	-	+	+	+	-	

### ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТОВ

1. Студент получает собственный код.
2. Студент узнает коды десяти членов своей группы.
3. Производится расчет пригодности своего кода для использования в системе связи.

Для этого:

- через свой приемник пропускаются символы кода, соответствующие передаче двух логических единиц;

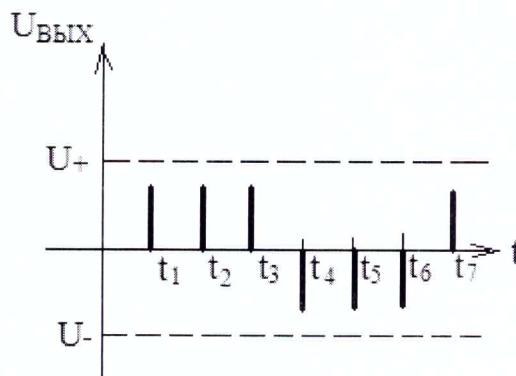


Рис. 3

- через свой приемник пропускаются символы кода, соответствующие передаче логических символов «1», «0». В первом случае должны наблюдаться два отклика, равные +18. Во втором случае должны наблюдаться два отклика, равные +18 и -18. В случае появления дополнительных откликов код, выданный студенту, изменяется.

4. Для отобранных десяти кодов студент пропускает для каждого кода через свой приемник последовательности символов, соответствующие передаче двух логических единиц. Отклики на них не должны выходить за пределы пороговых уровней. Коды тех студентов, сигналы которых вызвали отклики, выходящие за пределы пороговых уровней, исключаются из дальнейшего рассмотрения.

5. Коды оставшихся студентов пропускаются через свой приемник, имитируя передачу логических символов «1», «0». И в этом случае отклики не должны выходить за пределы пороговых уровней. Студенты, чьи сигналы вышли за пределы уровней, также исключаются из рассмотрения.

6. Студентом делаются выводы, что с кодами оставшихся может быть организована совместная система связи.

Таблица 3.

Номер задания	Код	Номер задания	Код
1.	147205	26.	512450
2.	712613	27.	341241
3.	360754	28.	525316
4.	275540	29.	165601
5.	67521	30.	152325
6.	035125	31.	442610
7.	561373	32.	106173
8.	255022	33.	243652
9.	625371	34.	325431
10.	164717	35.	145753

11.	163210	36.	132237
12.	443163	37.	317223
13.	105752	38.	136074
14.	307622	39.	215172
15.	526023	40.	155471
16.	742266	41.	212631
17.	463243	42.	332116
18.	745106	43.	421313
19.	423521	44.	141712
20.	154735	45.	171022
21.	317351	46.	414301
22.	265326	47.	176024
23.	413173	48.	075342
24.	351334	49.	261047
25.	126543	50.	

## 7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Список основной и дополнительной литературы (Библиотека ВлГУ)

### Основная литература

1. Базовые и прикладные информационные технологии: Учебник / В.А. Гвоздева. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 384 с. ISBN 978-5-8199-0572-2,.  
<http://znanium.com>
2. Теория электрической связи: учебник / Л.Л. Клюев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 448 с.- ISBN 978-5-16-011447-7/- [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
3. Основы теории информации: Учебное пособие / А.М. Маскаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 96 с.: 70x100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-825-0,.  
[://znanium.com](http://znanium.com)

### Дополнительная литература.

1. Введение в инфокоммуникационные технологии: Учебное пособие / Л.Г. Гагарина, А.М. Баин и др.; Под ред. д.т.н., проф. Л.Г.Гагариной - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336 с. ISBN 978-5-8199-0551-7 – <http://znanium.com>
2. Федосов, В. П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. П. Федосов, А. К. Нестеренко; под ред. В. П. Федосова. - М.: ДМК Пресс, 2009. - 456 с. - ISBN 5-94074-342-0. – <http://znanium.com>
3. Основы формирования, передачи и приема цифровой информации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Лузин, Н.П. Никитин, В.И. Гадзиковский. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785321019610.html>

### Отечественные журналы:

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

### Реферативные журналы:

- Радиотехника;
- Электроника.

**Зарубежные журналы:**

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**


Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3, 410-3 и 335-3);
- наборы слайдов по всем лекциям (от 10 до 20 слайдов по каждой лекции);

**Примечания:**

1. Общее число подготовленных слайдов более 100, они ежегодно редактируются и модернизируются в соответствии с развитием технической и методической базы.

**Программа составлена** в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению 11.03.02. «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Рабочую программу составил профессор каф. РТ и РС  Полушин П.А.

Рецензент,

Генеральный директор ОАО

«Владимирское КБ радиосвязи», к.т.н.  А.Е.Богданов

Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС

Протокол № 13 от 6.04.15

Заведующий кафедрой РТ и РС  Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления

Протокол № 10 от 4.04.15 года

Председатель комиссии  О.Р. Никитин

**Программа переутверждена:**

на 15/16 учебный год, протокол № 1 от 1.09.15

Зав. кафедрой  О.Р. Никитин

на 16/17 учебный год, протокол № 1 от 1.09.16

Зав. кафедрой  О.Р. Никитин

на \_\_\_\_\_ учебный год, протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_