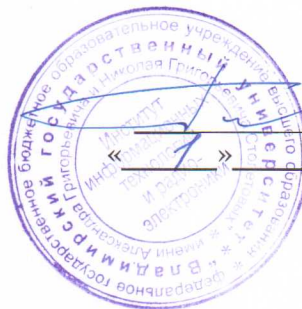


**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)**

УТВЕРЖДАЮ



Директор ИИТР  
А.А. Галкин  
2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Общая теория связи»

**направление подготовки:**

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

**направленность (профиль) подготовки:**

Мобильные средства связи

г. Владимир  
2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Общая теория связи» является подготовка в области знания основных принципов, используемых при создании инфокоммуникационной аппаратуры.

Задачи: Формирование навыков работы с аппаратурой передачи сигналов и ознакомление с основами ее проектирования и эксплуатации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Общая теории связи» относится к обязательной части дисциплин

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	<p>УК-1.1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации</p> <p>УК-1.2 Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности</p> <p>УК-1.3 Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками, методами принятия решений</p>	<p>Знает сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие при этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности;</p> <p>Умеет применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики и использовать основные приемы обработки экспериментальных данных</p> <p>Владеет навыками сбора и анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов и практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств;</p>	Тестовые вопросы Практико-ориентированные задания
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	<p>ОПК-1.1 Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования</p> <p>ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математиче-</p>	<p>Знает физические эффекты и процессы, лежащие в основе принципов действия полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов, устройство и принцип действия, схемы включения и режимы работы приборов, вид статических характеристик и их семейств в различных схемах включения</p> <p>Умеет организовывать монтаж и настройку инфокоммуникационного оборудования и определять дифференциальные параметры электронных приборов по их статическим характеристикам);</p>	Тестовые вопросы Практико-ориентированные задания



	ского анализа и моделирования ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Владеет навыками реализации экспериментальных исследований, выбора технических средств и обработки результатов.	
--	---	---	--

### 3. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

#### Тематический план форма обучения - очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1.	Введение.	6	1	1					
2.	Электрические сигналы инфокоммуникационных систем и их характеристики	6	2,3,4	3	2	2	2	10	
3.	Спектральные свойства сигналов.	6	5,6,7	2	4	6	2	12	
4.	Типовые сигналы и их характеристики	6	8,9	2	2	6	2	20	Рейтинг-контроль 1
5.	Типовые каналы и их характеристики		10,11	2	2	4	2	10	
6.	Организация двухсторонних каналов передачи.	6	12,13	2	2	6		12	
7.	Способы и устройства разделения сигналов при двухсторонней передаче	6	14,15	2	4	6		12	Рейтинг-контроль 2
8.	Иерархическое построение систем передачи	6	16,17	2	2	6		20	
9.	Перспективы развития систем связи		18	2				12	Рейтинг-контроль 3
Всего за 6 семестр					18	36	18	108	Экзамен (36 )
Наличие в дисциплине КП, КР									
Итого по дисциплине					18	36	18	108	Экзамен(36)

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

### Раздел 1.

Тема 1. Значение и место курса.

Значение связи в развитии общества

Тема 2. Основные понятия и термины. Историческая справка.

Этапы развития систем передачи информации.

### Раздел 2.

Тема 1. Обобщенная структура телекоммуникационных систем и сетей.

Особенности обобщенной структуры телекоммуникационных систем и сетей.

Тема 2. Логарифмические единицы измерения и диаграммы уровня.

Особенности использования логарифмических единиц измерения.

### Раздел 3.

Тема 1. Основы спектрального анализа.

Математическое обоснование метода спектрального анализа.

Тема 2. Спектральные характеристики периодических сигналов.

Свойства спектров периодических сигналов.

Тема 3. Спектральные характеристики непериодических сигналов.

Свойства спектров непериодических сигналов.

Тема 4. Свойства спектральных преобразований.

Взаимозависимость спектральных преобразований.

### Раздел 4.

Тема 1. Классификация и параметры первичных электрических сигналов.

Основные параметры первичных электрических сигналов.

Тема 2. Телефонные сигналы.

Параметры телефонных сигналов.

Тема 3. Сигналы звукового вещания.

Параметры сигналов звукового вещания

Тема 4. Телевизионные сигналы, телеграфные сигналы, Факсимильные сигналы.

Параметры телевизионных, телеграфных и факсимильных сигналов.

### Раздел 5.

Тема 1. Классификация и параметры типовых каналов передачи.

Основные параметры типовых каналов передачи.

Тема 2. Каналы тональной частоты.

Параметры каналов тональной частоты.

Тема 3. Каналы звукового вещания.

Параметры каналов звукового вещания.

Тема 4. Каналы телевизионного вещания, каналы передачи данных, факсимильные каналы.

Параметры каналов телевизионного вещания, каналов передачи данных и факсимильных каналов.

### Раздел 6.

Тема 1. Принципы организации двухсторонних систем передачи сигналов.

Необходимость организации двухсторонних систем передачи сигналов.

Тема 2. Параметры и характеристики двухсторонних систем передачи.

Особенности организации двухсторонних систем передачи.

Тема 3. Виды и характеристики развязывающих устройств.

Принципы работы развязывающих устройств.



## Раздел 7.

Тема 1. Способы разделения сигналов в двухсторонних системах передачи.

Типы разделения сигналов в двухсторонних системах передачи

Тема 2. Схемы для разделения сигналов в двухсторонних системах передачи.

Параметры схем для разделения передачи.

## Раздел 8.

Тема 1. Иерархические принципы построения систем передачи аналоговых сигналов.

Особенности иерархии систем передачи аналоговых сигналов.

Тема 2. Иерархические принципы построения систем передачи цифровых сигналов.

Особенности иерархии систем передачи цифровых сигналов.

## Раздел 9.

Тема 1. Перспективы развития систем передачи сигналов.

Предполагаемые этапы дальнейшего развития систем передачи цифровых сигналов.

### Содержание лабораторных занятий по дисциплине

## Раздел 3.

Тема 1. Основы спектрального анализа.

Тема 2. Спектральные характеристики периодических сигналов.

Тема 3. Спектральные характеристики непериодических сигналов.

Тема 4. Свойства спектральных преобразований.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Изучение свойств спектральных преобразований и вычисление амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик типовых сигналов\

## Раздел 4.

Тема 1. Изучение характеристик типовых сигналов систем передачи.

Тема 2. Моделирование типовых сигналов систем передачи.

## Раздел 5.

Тема 1. Изучение характеристик типовых каналов систем передачи.

Тема 2. Моделирование типовых каналов систем передачи.

## Раздел 6.

Тема 1. Принципы организации двухсторонних систем передачи сигналов.

Тема 2. Параметры и характеристики двухсторонних систем передачи

Тема 3. Виды и характеристики развязывающих устройств.

Содержание лабораторных работ по дисциплине:

Изучение видов и свойств развязывающих цепей.

## Раздел 7.

Тема 1. Принципы организации разделения сигналов в двухсторонних системах

Тема 2. Параметры схем с разделением сигналов в двухсторонних системах передачи.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:

Изучение свойств и характеристик метода разделения сигналов.

## Раздел 8.

Тема 1. Принципы иерархической организации систем передачи сигналов

Тема 2. Параметры и характеристики сигналов в иерархических системах.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине:  
Изучение свойств и характеристик иерархических систем сигналов.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

Раздел 2.

Тема 1. Обобщенная структура телекоммуникационных систем и сетей

Тема 2. Логарифмические единицы измерения и диаграммы уровня.

Раздел 3.

Тема 1. Основы спектрального анализа .

Тема 2. Спектральные характеристики периодических сигналов.

Тема 3. Спектральные характеристики непериодических сигналов.

Тема 4. Свойства спектральных преобразований.

Раздел 4.

Тема 1. Классификация и параметры первичных электрических сигналов.

Тема 2. Телефонные сигналы.

Тема 3. Сигналы звукового вещания.

Тема 4. Телевизионные сигналы, телеграфные сигналы, Факсимильные сигналы.

Раздел 5.

Тема 1. Классификация и параметры типовых каналов передачи.

Тема 2. Каналы тональной частоты.

Тема 3. Каналы звукового вещания.

Тема 4. Каналы телевизионного вещания, каналы передачи данных, факсимильные каналы.

Раздел 6.

Тема 1. Принципы организации двухсторонних систем передачи сигналов.

Тема 2. Параметры и характеристики двухсторонних систем передачи

Тема 3. Виды и характеристики развязывающих устройств.

Раздел 7.

Тема 1. Принципы работы схем разделения сигналов в двухсторонних системах.

Тема 2. Параметры и характеристики схем разделения сигналов в двухсторонних системах

Раздел 8.

Тема 1. Принципы организации иерархических систем сигналов

Тема 2. Параметры и характеристики иерархических систем сигналов.

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

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **Вопросы для рейтинг-контроля**



### Рейтинг-контроль 1

#### **1. Обобщенная структуры взаимодействия телекоммуникационных сетей включает в себя:**

- оборудование начальной и конечной станции и оборудование канала передачи;
- оборудование начальной и конечной станции;
- оборудование канала передачи;

#### **2. Логарифмические единицы измеряются?**

- в неперах;
- в децибелах;
- в бодах.

#### **3. Диаграмма уровней отражает:**

- распределение уровней сигнала вдоль линии с учетом ослабления на участках пространства и усиления в оборудовании станций;
- сравнительные уровни ослабления при распространении сигнала в различных направлениях от исходной точки;
- уровни сигнала на выходах всех узлов приемной станции.

#### **4. Первичные сигналы электросвязи:**

- иллюстрируют типы сигналов, которые первично использовались для передачи информации;
- сигналы на выходах первичных преобразователей информации различного вида;
- вид сигналов передатчика сразу после его выхода в номинальный режим эксплуатации.

#### **5. Полоса спектра телефонных речевых сигналов сосредоточена между частотами:**

- 20 Гц – 20 кГц;
- 50 Гц – 10 кГц;
- 1 кГц – 3 кГц;
- 300 Гц – 3,4 кГц.

#### **6. Сигналы звукового вещания отличаются от телефонных сигналов:**

- более широкой полосой спектра;
- большей громкостью;
- обязательным наличием возможности стереофонического прослушивания.

### Рейтинг-контроль 2

#### **1. Факсимильные сигналы предназначены для передачи:**

- неподвижного изображения;
- подвижного изображения;
- и неподвижного, и подвижного изображения;
- только тестового (черно-белого) изображения.

#### **2. Максимальная полоса спектра телевизионного сигнала:**

- 1 МГц;
- 2 МГц;
- 4 МГц;
- 6 МГц.

#### **3. В качестве основных параметров сигналов передачи используются:**

- полоса частот и длительность сигнала;
- полоса частот и динамический диапазон сигнала;

## 5.2. Промежуточная аттестация

### Вопросы к экзамену

1. Классификация материалов электронной техники
2. Основные понятия и определения теории связи.
3. Обобщенная структура взаимодействия телекоммуникационных систем и сетей.
4. Логарифмические единицы измерения.
5. Рабочие затухания и диаграмма уровней.
6. Первичные сигналы электросвязи и их параметры.
7. Телефонные (речевые) сигналы.
8. Сигналы звукового вещания.
9. Факсимильные сигналы.
10. Телевизионные сигналы.
11. Сигналы передачи данных и телеграфии.
12. Классификация и основные характеристики каналов передачи.
13. Канал передачи, как 4-х полюсник.
14. Канал тональной частоты.
15. Канал звукового вещания.
16. Канал изображения.
17. Широкополосные и цифровые каналы.
18. Двухсторонние каналы.
19. Требования к развязывающим устройствам и их классификация.
20. РДС.
21. ТДС.
22. Неуравновешенные дифференциальные системы и сравнение РДС и ТДС.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

#### Задания к самостоятельной работе

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.



- длительность и динамический диапазон сигнала;
- все эти три параметра.

**4. Объем сигнала и объем канала должны соотноситься, как:**

- объем сигнала должен быть равным в точности объему канала;
- объем сигнала может быть меньше, чем объем канала;
- объем сигнала может быть больше объема канала.

**5. В чем состоят основные характеристики широкополосных и цифровых каналов:**

- широкополосные каналы характеризуются скоростью передачи, а цифровые каналы – шириной полосы спектра;
- широкополосные каналы характеризуются шириной полосы спектра, а цифровые каналы – скоростью передачи;
- широкополосные каналы характеризуются максимальной мощностью, а цифровые – минимальной мощностью передаваемого сигнала.

**6. По двухсторонним каналам можно организовать передачу:**

- только симплексным методом;
- только дуплексным методом;
- только полудуплексным методом;
- любым из этих методов.

Рейтинг-контроль 3

**1. Основные отличия РДС от ТДС состоят в:**

- ширине полосы пропускания;
- уровне потерь в устройстве;
- стоимостью устройств;
- применением активных элементов в устройстве.

**2. Переходные помехи между каналами возникают:**

- при работе на пониженном уровне сигнала;
- при работе в импульсном режиме;
- при работе через канал с неравномерной АЧХ;
- при работе через канал с нелинейно амплитудной характеристикой.

**3. Неравномерность АЧХ канала можно оценить:**

- в ваттах;
- в микросекундах;
- в децибелах;
- в бодах;
- в герцах.

**4. Нелинейность фазочастотной характеристики канала можно оценить в:**

- в ваттах;
- в микросекундах;
- в децибелах;
- в бодах;
- в герцах.

### 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.

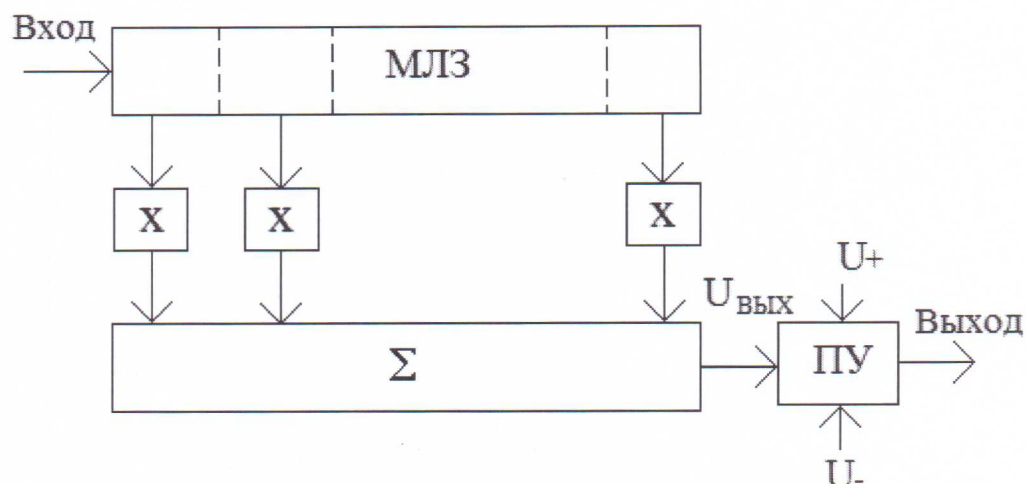


Рис. 1

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 умножаются либо на  $+1$  (т.е., остается без изменений), либо умножаются 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  $t_1 \div t_2$ , 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 <sub>ВЫХ</sub> =+6
							+	+	+	+	+	+	
	+	+	-	-	+	-		+	+	-	-	+	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> =+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.

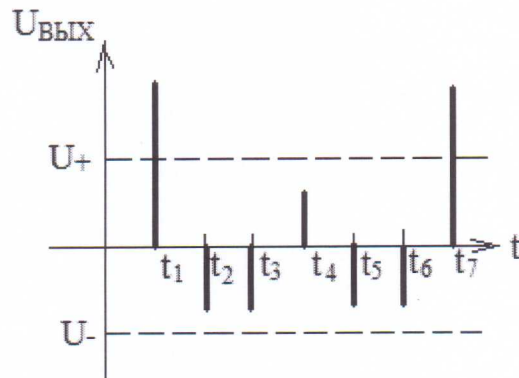


Рис. 2

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
						+	+	-	-	+	-	$U_{\text{ВЫХ}}=+2$
						+	-	+	+	+	-	
	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	t2
						+	+	-	-	+	-	$U_{\text{ВЫХ}}=+2$
						+	+	+	+	-	-	
		+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	t3
						+	+	-	-	+	-	$U_{\text{ВЫХ}}=+2$
						+	+	-	+	-	+	
			+	-	-	-	+	+	+	-	-	t4
						+	+	-	-	+	-	$U_{\text{ВЫХ}}=-2$
						-	+	-	-	-	+	
				+	-	-	-	+	+	+	-	t5
						+	+	-	-	+	-	$U_{\text{ВЫХ}}=-2$
						-	-	-	-	+	+	



						+	-	-	-	+	+	+	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;

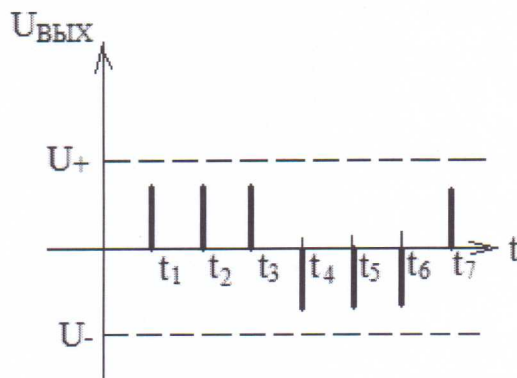


Рис. 3

- 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.	

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 6.1 Книгообеспеченность

Наименование литературы, автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Книгообеспеченность
		Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
<b>Основная литература</b>		
1. Крухмалев В.В. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей / В.В.Крухмалев и др. – М.:Горячая линия-Телеком, 2014. – 510 с.	2014	<a href="http://www.znanium.com">www.znanium.com</a> <a href="https://studfile.net/preview/5815464/">https://studfile.net/preview/5815464/</a>
2. Крук Б.И. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3-х томах /Б.И.Крук, В.Н.Попантонопуло, В.П.Шувалов – М.:Горячая линия-Телеком,– 2013– 2017	2013	<a href="http://www.znanium.com">www.znanium.com</a> <a href="https://obuchalka.org/20180731102627/">https://obuchalka.org/20180731102627/</a>
3. Шмалько А.В. Цифровые сети связи: основы планирования и построения. – М.: Эко-Трендз, 2014 – 283с.	2014	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a> <a href="https://bookree.org/reader?file=484427">https://bookree.org/reader?file=484427</a>
4. Полушин П.А. Методические указания по проведению лабораторный работ «Основы построения телекоммуникационных систем и сетей» Владимир, Библ. ВлГУ, 2010. – 52.	2010	<a href="https://rusneb.ru/catalog/002293_000049_RU">https://rusneb.ru/catalog/002293_000049_RU</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1. Системы мобильной связи: Учебное пособие для вузов / В.П.Ипатов и др. – М.: Горячая линия-Телеком,	2014	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com.</a> <a href="https://bookree.org/read">https://bookree.org/read</a>



2014. – 272с.		er?file=727762
2. Тяпичев Г.А. Спутники и цифровая связь – М.: Тех-Бук, 2015. – 288с.	2015	www.studentlibrary.ru https://search.rsl.ru/ru/record/01002378415
3. Айчфишер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов. – М.: Изд.дом «Вильямс», 2004. – 992.	2004	e.lanbook.com. https://search.rsl.ru/ru/record/01002579766

## 6.2 Периодические издания

### 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.

## 6.3 Интернет-ресурсы

1. <http://www.edu.ru/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://www.bibliorossica.com/>
4. <http://znanium.com/>
5. <http://www.iprbookshop.ru/>
6. <http://www.mathworks.com/>
7. <https://exponenta.ru/matlab>

## 5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и лабораторного типа.

Лекционные занятия проводятся в ауд. 301-3, 335-3.

Лабораторные работы проводятся в ауд. 410-3, 228-3.

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

Рецензент

ОАО «Владимирское КБ радиосвязи», Генеральный директор, А.Е.Богданов 

Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС

Протокол № 1 от 31.08.20

Заведующий кафедрой РТ и РС Никитин О.Р. 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Протокол № 1 от 4.09.20 года

Председатель комиссии Никитин О.Р зав. каф. РТ и РС 

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 21/22 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.21 года

Заведующий кафедрой  О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на 22/23 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой  О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_