

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по ОД

А.А.Панфилов

« 27 » 06 2018г.

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: очная

Семестр	Трудоемкость (зач. ед, /час.)	Лекций, (час.)	Практ. занятий, (час.)	Лаборат. работ, (час.)	СРС, (час.)	Форма контроля (экз./зачет)
6	8/288	18	36	36	162	Экз. (36 час)
Итого	8/288	18	36	36	162	Экз. (36 час.),

Владимир, 2018

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.9):

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	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)								Объем учебной работы с применением интерактивных методов	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Консультации	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП/КР		
1.	Введение. Значение и место курса. Основные понятия и термины. Историческая справка.	6	1	2						2		1/50	
2	Математические модели сигналов. Спектральное представление сигналов	6	2,							63			
3	Модулированные сигналы	6	3							63			
4.	Архитектура взаимоувязанной сети связи РФ. Первичные электрические сигналы и их характеристики. Коммутация каналов, сообщений и пакетов.	6	4	2			4			4		1/17	
5.	Принципы построения систем коммутации.	6	5,6	2			4	6		4		2/17	
6.	Элементы теории телетрафика. Типовые каналы передачи.	6	7,8	2			6	6		6		2/14	Рейтинг-контроль 1
7.	Организация двухсторонних каналов, особенности передачи информации по двухсторонним каналам. Развязывающие устройства.	6	9, 10	2			6	6		4		4/29	
8.	Принципы построения систем передачи с частотным разделением каналов (ЧРК).	6	11, 12	2			4			4		1/17	
9.	Методы формирования и передачи канальных сигналов в системах передачи с ЧРК. Иерархическое построение систем с ЧРК.	6	13, 14	2			4	6		4		3/25	Рейтинг-контроль 2

10	Принципы построения систем передачи с временным разделением каналов (ВРК) и импульсно-кодовой модуляцией..	6	15, 16	2		4	6		4		2/17	
11	Иерархическое построение систем с ИКМ	6	17, 18	2		4	6		4			Рейтинг-контроль 3
Всего				18		36	36		162		16/18	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 16 час занятий, 12 часов консультационных занятий (вне расписания), при необходимости контрольные работы (на лекционных занятиях).

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.

5.4. Рейтинговая система обучения

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность на контрольных занятиях; качество выполнения рейтинговых заданий и лабораторных работ.

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

6.2. Тесты для рейтинг-контроля

Рейтинг-контроль 1

1. *Обобщенная структура 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 распространения 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 нормальный 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;
- длительность и динамический диапазон сигнала;
- все эти три параметра.

4. Основные параметры канала должны по отношению к соответствующим параметрам сигнала быть:

- не меньшей величины;
- не большей величины;
- в точности соответствовать.

5. Три составляющие объемов сигнала и канала должны:

- каждая соотносится с каждой по характеру;
- вся совокупность одних параметров соотноситься по величине со всей совокупностью других;
- возможно взаимозаимствование ресурсов с сохранением общего объема.

6. 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.

Рейтинг-контроль 3

1. *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.

2. *По двухсторонним каналам можно организовать передачу:*

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

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

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

4. *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.

5. *Неравномерность АЧХ канала можно оценить:*

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

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

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

6.3.Задания для СРС.

1.

1. Определить, в каком представлении даны следующие сигналы: в энергетическом или в мощностном? Найти нормированную энергию и нормированную мощность каждого сигнала:

а) $x(t) = A \cos 2\pi f t$ для $-\infty < t < \infty$;

$$\text{б) } x(t) = \begin{cases} A = \cos 2\pi ft & \text{для } -T/2 < t < T/2, \quad \text{где } T = 1/f \\ 0 & \text{для остальных } t \end{cases}$$

$$\text{в) } x(t) = \begin{cases} A = \exp(-at) & \text{для } t < 0, a > 0 \\ 0 & \text{для остальных } t \end{cases}$$

$$\text{г) } x(t) = \cos t + 5 \cos 2t \quad \text{для } -\infty < t < \infty.$$

2. Определить спектральную плотность энергии квадратного импульса $x(t) = \text{rect}(t/T)$, где функция $\text{rect}(t/T)$ равна 1 для $-T/2 < t < T/2$ и равна нулю для остальных t . Вычислить нормированную энергию E_n импульса.

3. Выразить среднюю нормированную мощность сигнала через коэффициенты комплексного ряда Фурье.

4. Используя усреднение по времени, найти среднюю нормированную мощность сигнала $x(t) = 10 \cos 10t + 20 \cos 20t$.

5. Используя суммирование спектральных коэффициентов, найти среднюю нормированную мощность сигнала $x(t) = 5 \cos 15t + 10 \cos 10t$.

6. Определить, какие из перечисленных функций имеют свойства автокорреляционных функций:

$$\text{а) } x(\tau) = \begin{cases} 1, & \text{для } -1 < \tau < 1, \\ 0 & \text{для остальных } \tau \end{cases};$$

$$\text{б) } x(\tau) = \delta(\tau) + \sin 2\pi f \tau;$$

$$\text{в) } x(\tau) = \exp(|\tau|)$$

$$\text{г) } x(\tau) = 1 - |\tau| \quad \text{для } -1 < \tau < 1 \text{ и } 0 \text{ для остальных } \tau.$$

7. Определить, какие из перечисленных функций имеют свойства функций спектральной плотности мощности:

$$\text{а) } X(f) = \delta(f) + \cos^2 2\pi f;$$

$$\text{б) } X(f) = 10 + \delta(f - 10);$$

$$\text{в) } X(f) = \exp(-2\pi|f - 10|);$$

$$\text{г) } X(f) = \exp[-2\pi(f^2 - 10)]$$

8. Выразить автокорреляционную функцию $x(t) = A \cos(2\pi ft + \varphi)$ через ее период $T = 1/f$. Найти среднюю нормированную мощность $x(t)$, используя соотношение $P_x = R(0)$.

9. Найти автокорреляционную функцию $R(\tau)$ сигнала $x(t) = 10 \cos 10t + 20 \cos 20t$ и его среднюю нормированную мощность.

10. Для функции $x(t)=1+\cos 2 \pi f t$ вычислить: а) среднее значение $x(t)$; б) мощность переменной составляющей $x(t)$; в) среднеквадратическое значение $x(t)$.

11. На экране аналогового телевизионного приемника с длиной строки 500 мм требуется создать изображение вертикальной черты шириной 3 мм. Луч пробегает строку телевизионного раstra за отрезок времени длительностью 64 мкс. Определить ширину спектра аналогового телевизионного сигнала, управляющего яркостью свечения экрана.

12. Найти связь между спектральными плотностями сигналов $s(t)$ и $s(-t)$.

2.

1. Пусть однотональный АМ-сигнал описывается выражением $u(t)=500[1+0.8\cos(104t+45^\circ)]\cos(107t+90^\circ)$. Построить в масштабе векторную диаграмму данного сигнала, отвечающую моментам времени: а) $t=0$; б) $t=10$.

2. Амплитудно-модулированный сигнал описывается следующим выражением:

$$u(t)=12(1+0,6\cos\Omega t+0,2\cos 2\Omega t)\cos\omega t \text{ В.}$$

Определить наибольшее и наименьшее значения огибающей $U(t)$ данного сигнала.

3. Пусть известно, что в исследуемой точке схемы наблюдается амплитудная перемодуляция однотональным сигналом, и значения амплитуд равны, соответственно $U_{\max}$ и $U_{\min}$. Определить значение коэффициента амплитудной модуляции M .

4. Однотональный АМ сигнал характеризуется тем, что $U_{\max}=130 \text{ В}$, $U_{\min}=20 \text{ В}$. Найти коэффициент модуляции M , а также амплитуду U_0 несущего колебания.

5. Рассчитать ширину полосы частот Π , занимаемую в эфире телеграфным радиоканалом, работающим по принципу АМ со скоростью передачи 360 знаков в минуту. При этом полагать, что передаваемый сигнал является периодической последовательностью точек Морзе и длительность пауз равна длительности импульсов.

6. Источник э.д.с. с амплитудной модуляцией $u(t)=U_0(1+M\cos \Omega t)\cos \omega t$ замкнут на резистивную нагрузку с сопротивлением R . Определить выражения для составляющих мгновенной мощности в нагрузке, которые изменяются во времени с частотами Ω и 2Ω соответственно.

7. Источник АМ сигнала создает на резистивной нагрузке $R=2\text{кОм}$ напряжение

$$U(t)=75(1+0,4\cos 10^3 t)\cos 10^6 t \text{ (В).}$$

Вычислить минимальное и максимальное значения активной мощности источника, усредненной за период несущего колебания.

8. Некоторое радиопередающее устройство с амплитудной модуляцией излучает в режиме «молчания» (при отсутствии модуляции) мощность $P_0=4 \text{ кВт}$. Определить пиковое значение излучаемой мощности $P_{\max}$ однотонального АМ-сигнала, если коэффициент модуляции равен $M=0,8$.

9. Колебание с угловой модуляцией описывается выражением:

$$u(t)=15\cos(10^8 t+3\sin 10^6 t+1,4\sin 10^5 t+\pi/4).$$

Найти величину мгновенной частоты данного сигнала в момент времени $t=1$ мкс.

10. Найти максимальное и минимальное значения мгновенной частоты ЧМ-сигнала, представленного выражением:

$$u(t)=U_0(3\cdot 10^9 t+2\sin 10^7 t+\pi/6).$$

11. Однотональный ЧМ сигнал имеет несущую частоту $f_0=50$ МГц и частоту модуляции $F=7$ МГц. Определить, в каких пределах должна изменяться мгновенная частота этого колебания для того, чтобы индекс модуляции m был равен 40.

12. Получить спектральное представление сигнала с угловой модуляцией

$$u(t)=8\cos(10^6 t+0,06\sin 10^4 t).$$

6.4. Рекомендации по выполнению заданий к СРС

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.

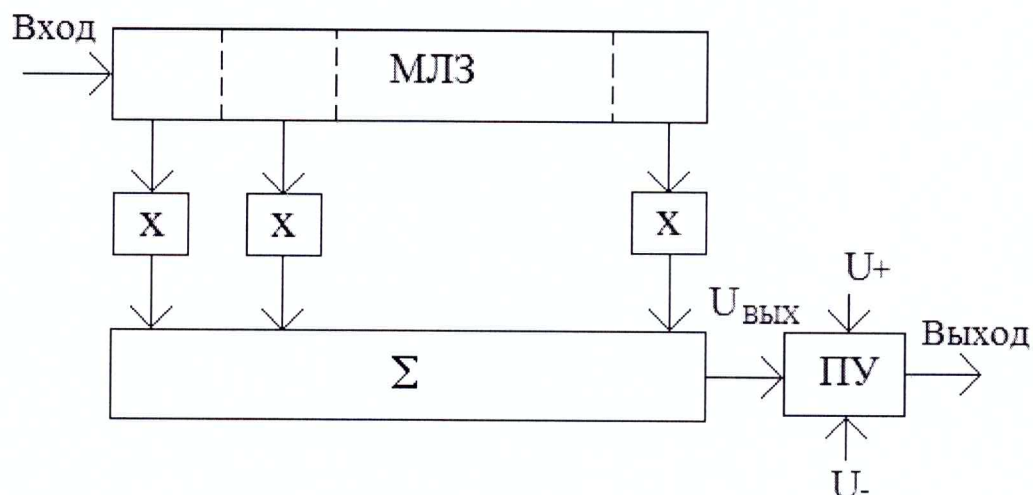


Рис. 1

На схеме обозначены: многоотводная линия задержки (МЛЗ), перемножители (X), арифметический сумматор (Σ) 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 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 $t_1 \div t_2$, 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
						+	+	-	-	+	-	$U_{\text{ВЫХ}}=+6$
						+	+	+	+	+	+	
	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	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.

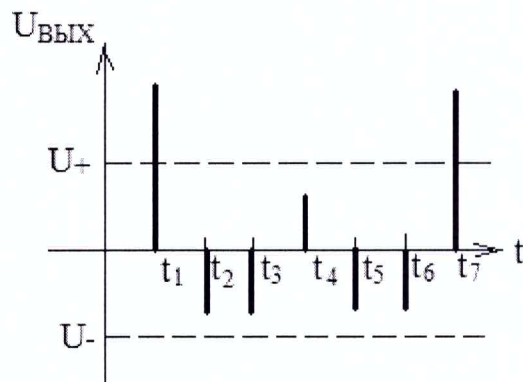


Рис. 2

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

						+	-	-	-	+	+	t7
						+	+	-	-	+	-	
						+	-	+	+	+	-	U _{ВЫХ} =+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;

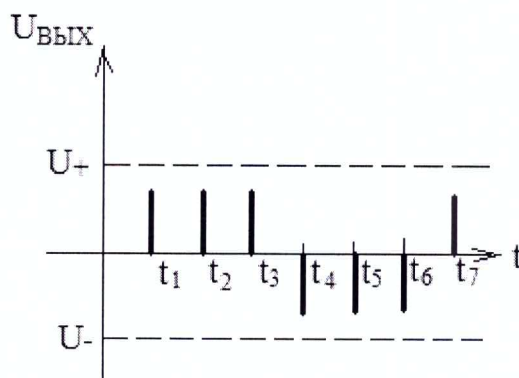


Рис. 3

- 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. Ключев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 448 с.- ISBN 978-5-16-011447-7/- www.znanium.com
3. Основы теории информации: Учебное пособие / А.М. Маскаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 96 с.: 70х100 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.

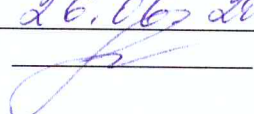
Рецензент,

Генеральный директор ОАО

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

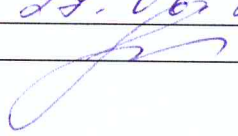
Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС

Протокол № 23 от 26.06.2014

Заведующий кафедрой РТ и РС  Никитин О.Р.

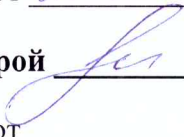
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления

Протокол № 10 от 24.06.2014 года

Председатель комиссии  О.Р. Никитин

Программа переутверждена:

на 19/20 учебный год, протокол № 18 от 26.06.19

Зав. кафедрой  Др Вукобрат

на _____ учебный год, протокол № _____ от _____

Зав. кафедрой _____

на _____ учебный год, протокол № _____ от _____

Зав. кафедрой _____