

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

«Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ)

Волго-Вятский филиал

УТВЕРЖДЕНА

(с учетом изменений и дополнений)

на заседании кафедры

инфокоммуникационных

и профессиональных дисциплин

Протокол заседания № 1

от «30» августа 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

«Общая теория связи»

Направление подготовки

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Направленность (профиль) программы

«Инфокоммуникационные системы и сети»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная, Заочная

Москва 2020 г.

Заведующий кафедрой ИКиПД
 В.В. Мазниченко

Авторы: 

Доцент кафедры ИКиПД, к.т.н.,
доцент Тылес М.Г.

Разработано на основе Федерального
государственного образовательного стандарта
высшего образования по направлению
подготовки

11.03.02

**Инфокоммуникационные технологии и
системы связи,**

утверждённого приказом Министерства
образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. №
930.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Общая теория связи» являются изложение основных закономерностей обмена информацией на расстоянии, обработки, эффективной передачи и помехоустойчивого приёма в технических и естественных системах различного назначения. Она должна способствовать развитию творческих способностей обучающихся, умению формулировать и решать задачи оптимизации систем связи, умению творчески применять и самостоятельно повышать свои знания в области инфокоммуникаций.

Задача дисциплины состоит в том, чтобы ознакомить обучающихся с современными методами анализа и синтеза систем передачи и приёма аналоговых и цифровых сообщений в условиях мешающих воздействий, а также с вопросами оптимизации телекоммуникационных систем и устройств на основе вариационных и статистических методов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Общая теория связи» включена в обязательную часть блока дисциплин учебного плана «Инфокоммуникационные системы и сети» (Б1.О.15). Дисциплина «Общая теория связи» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 11.03.02 *«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»*, (направленность (профиль) программы *Инфокоммуникационные системы и сети*).

Для изучения данной дисциплины обучающиеся должны владеть знаниями, умениями и компетенциями, полученными при изучении следующих предшествующих дисциплин: «Вышая математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Информатика», «Физика», «Теория электрических цепей» и др.

Данная дисциплина является предшествующей для таких дисциплин, как: «Цифровая обработка сигналов», «Вычислительная техника и информационные технологии», «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей», «Многоканальные телекоммуникационные системы», «Многоканальные цифровые системы передачи и средства их защиты», «Цифровые системы передачи», «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» и др.

Рабочая программа дисциплины «Общая теория связи » для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индекс индикатора достижения компетенции	Содержание индикатора достижения компетенции
1.	ОПК-2	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1.	Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи
			ОПК-2.3.	Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение
2	ОПК-3	Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.1	Знает основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах, основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем
			ОПК-3.3	Умеет решать задачи обработки данных с помощью средств вычислительной техники
3	ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.4	Владеет методами компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации, техникой инженерной и компьютерной графики

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа). Процесс изучения дисциплины реализуется при очной форме обучения в 4-ом семестре, при заочной форме – в 5-ом. Промежуточная аттестация предусматривает курсовую работу и экзамен в 4-ом и 5-ом семестре соответственно.

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ и семестрам представлено в таблице 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	час.	В т.ч. по семестрам		Из них практическая подготовка
		4		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144		
1. Контактная работа:	72	72		
Аудиторная работа				
<i>лекции (Л)</i>	28	28		
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	16	16		
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	28	28		
2. Общая самостоятельная работа и контроль	72	72		
<i>курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)</i>	36	36		
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.) (СР), иная контактная работа (ИКР) и подготовка к зачету (при его наличии):</i>	-	-		
Подготовка к экзамену и контактная работа в сессию (КРС)	36	36		
Вид промежуточного контроля:	Экзамен			

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	час.	В т.ч. по семестрам		Из них практическая подготовка
		5		

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	час.	В т.ч. по семестрам		Из них практическая подготовка
		5		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144		
1. Контактная работа:	14	14		
Аудиторная работа				
лекции (Л)	6	6		
практические занятия (ПЗ)	4	4		
лабораторные работы (ЛР)	4	4		
2. Общая самостоятельная работа и контроль	130	130		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	36	36		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.) (СР), иная контактная работа (ИКР) и подготовка к зачету (при его наличии):	58	58		
Подготовка к экзамену и контактная работа в сессию (КРС)	36	36		
Вид промежуточного контроля:	Экзамен			

4.2 Содержание дисциплины

Тематический план учебной дисциплины ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а

Наименование разделов дисциплины (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	
Раздел 1. Аналоговые системы связи.	54	14	8	14	18
Раздел 2. Цифровые системы связи.	54	14	8	14	18
Всего за 4 семестр	108	28	16	28	36
Экзамен	36	-	-	-	36
Итого по дисциплине	144	28	16	28	72

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	
Раздел 1. Аналоговые системы связи.	50	2	2	2	44
Раздел 2. Цифровые системы связи.	58	4	2	2	50
Всего за 5 семестр	108	6	4	4	94
Экзамен	36	-	-	-	36
Итого по дисциплине	144	6	4	4	130

4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Аналоговые системы связи.			
	Тема 1. Введение. Общие сведения о системах связи.	Лекция №1 Структурная схема системы связи.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Практическое занятие № 1. Назначение блоков структурной схемы системы связи.	ОПК-2.1	1
	Тема 2. Сообщения, сигналы, помехи.	Лекция №1 Введение. Общие сведения о системах связи.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Лабораторная работа № 1. Лабораторный стенд.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	2
	Тема3. Дискретизация непрерывных сигналов	Лекция №2 Теорема Котельникова.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Практическое занятие № 2. Дискретизация и восстановление непрерывных сигналов	ОПК-2.1	1
	Тема 4. Погрешности дискретизации	Лекция №2. Теорема Котельникова.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Лабораторная работа № 2. Дискретизация непрерывных сигналов	ОПК-2.3, ОПК-4.4	2
	Тема 5. Метод угла отсечки.	Лекция №3. Расчет спектра тока в нелинейной цепи.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Практическое занятие № 3. Спектр тока на выходе нелинейного элемента.	ОПК-2.1	1
	Тема 6. Метод кратных дуг.	Лабораторная работа № 3. Нелинейные преобразования гармонических сигналов.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	2
	Тема 7. Формирование сигнала АМ.	Практическое занятие № 4. Статическая модуляционная характеристика амплитудного модулятора.	ОПК-2.1	1
	Тема 8.СМХ амплитудного модулятора.	Лекция №4. Амплитудная модуляция.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Лабораторная работа № 4. Исследование амплитудного модулятора.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	1
	Тема 9. Линейный детектор.	Лекция №5.Детектирование АМ сигналов.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Практическое занятие № 5. Расчет спектра тока на выходе линейного амплитудного детектора.	ОПК-2.1	1
	Тема 10. Квадратичный амплитудный детектор.	Лекция №5. Детектирование АМ сигналов.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Лабораторная работа № 5. Исследование амплитудного детектора.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
	Тема 11. Частотный модулятор.	Лекция №6. Частотная модуляция.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Практическое занятие № 6. Расчет СМХ частотного модулятора.	ОПК-2.1	1
	Тема 12. Частотный детектор.	Лекция № 6. Частотная модуляция.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Лабораторная работа № 6. Исследование частотного модулятора и детектора.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	2
	Тема 13. ФПВ и ФРВ . Числовые характеристики случайных процессов.	Лекция №7. Случайные процессы.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Практическое занятие № 7. Расчет ФПВ и ФРВ нормального процесса и синусоиды со случайной фазой.	ОПК-2.1	1
	Тема 14. Нормальный случайный процесс.	Лекция №7. Случайные процессы.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Лабораторная работа № 7. Исследование ФПВ и ФРВ нормального процесса и синусоиды со случайной фазой.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	2
	Тема 15. Функция корреляции. Интервал корреляции. Ширина энергетического спектра.	Лекция №8. Функция корреляции и энергетический спектр.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Практическое занятие № 8. Соотношение Винера-Хинчина. Белый шум.	ОПК-2.1	1
	Тема 16. Преобразования нормального процесса в линейных и нелинейных цепях.	Лекция №8. Функция корреляции и энергетический спектр.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Лабораторная работа № 8. Нелинейные преобразования нормального процесса.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	2
2.	Раздел 2. Цифровые системы связи.			
	Тема 17. Преобразование аналогового сигнала в сигнал ИКМ.	Лекция №9. ИКМ.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Практическое занятие № 9. Дискретизация, квантование, кодирование.	ОПК-2.1	2
	Тема 18. Преимущества и недостатки ИКМ.	Лекция №9. ИКМ.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Лабораторная работа № 9. Преобразование аналогового сигнала в сигнал ИКМ.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	2
	Тема 19.Схема регенератора. Вероятности $p(1/0)$ и $p(0/1)$.	Лекция №10. Регенерация двоичных сигналов.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Практическое занятие № 10. Помехоустойчивость регенерации методом однократного отсчета.	ОПК-2.1	1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
	Тема 20. Зависимость $p(1/0)$ и $p(0/1)$ от порогового напряжения.	Лекция №10. Регенерация двоичных сигналов.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Лабораторная работа № 10. Исследование регенератора сигналов ИКМ.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	2
	Тема 21. Характеристики и параметры согласованного фильтра (СФ).	Лекция №11. . Согласованный фильтр.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Практическое занятие № 11. Расчет импульсной реакции и АЧХ согласованного фильтра.	ОПК-2.1	1
	Тема 22. Шумоподобные сигналы.	Лекция №11. Согласованный фильтр.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Лабораторная работа №11. Оптимальная фильтрация кода Баркера.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	2
	Тема 23. Структурная схема и помехоустойчивость оптимального приемника.	Лекция №12. Оптимальный приемник.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Практическое занятие № 12. Алгоритм работы и вероятность ошибки оптимального приемника двоичных сигналов.	ОПК-2.1	1
	Тема 24. Потенциальная помехоустойчивость оптимального приемника двоичных сигналов.	Лекция №12. Оптимальный приемник.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Лабораторная работа № 12. Помехоустойчивость ДАМ, ДЧМ, ДФМ.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	2
	Тема 25. Способы увеличения энтропии. Укрупнение сообщений.	Лекция №13. Энтропия.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Практическое занятие № 13. Укрупнение алфавита. Префиксный код. Увеличение основания кода.	ОПК-2.1	1
	Тема 26. Предсказание. Кодовое дерево. Многопозиционные коды.	Лекция №13. Энтропия.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	1
		Лабораторная работа № 13. Эффективное кодирование.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	2
	Тема 27. Корректирующие коды. Блочный код (7,3). Циклический код (7,4). Сверточный код.	Лекция №14. Помехоустойчивое кодирование.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	2
		Практическое занятие № 14. Алгоритм кодирования и декодирования кода (7,3).	ОПК-2.1	1
		Лабораторная работа № 14. Формирование и исследование блочного кода (7,3).	ОПК-2.3, ОПК-4.4	2
	Тема 28. Дифференциальная энтропия. Взаимная информация. Теорема Шеннона	Лекция №15. Теорема Шеннона.	ОПК-3.1, ОПК-3.3.	2
		Практическое занятие № 15. Производительность источника. Скорость передачи информации.	ОПК-2.1	1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол- во часов
	для канала с белым шумом.	Лабораторная работа № 15. Расчет пропускной способности канала связи.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	2

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 46

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Аналоговые системы связи.			
	Тема 1. Введение. Общие сведения о системах связи.	Лекция №1 Структурная схема системы связи.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,18
		Практическое занятие № 1. Назначение блоков структурной схемы системы связи.	ОПК-2.1	0,25
	Тема 2. Сообщения, сигналы, помехи.	Лекция №1 Введение. Общие сведения о системах связи.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,14
		Лабораторная работа № 1. Лабораторный стенд.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	0,25
	Тема3. Дискретизация непрерывных сигналов	Лекция №2 Теорема Котельникова.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,14
		Практическое занятие № 2. Дискретизация и восстановление непрерывных сигналов	ОПК-2.1	0,25
	Тема 4. Погрешности дискретизации	Лекция №2. Теорема Котельникова.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,14
		Лабораторная работа № 2. Дискретизация непрерывных сигналов	ОПК-2.3, ОПК-4.4	0,25
	Тема 5. Метод угла отсечки.	Лекция №3. Расчет спектра тока в нелинейной цепи.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,14
		Практическое занятие № 3. Спектр тока на выходе нелинейного элемента.	ОПК-2.1	0,25
	Тема 6. Метод кратных дуг.	Лабораторная работа № 3. Нелинейные преобразования гармонических сигналов.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	0,25
	Тема 7. Формирование сигнала АМ.	Практическое занятие № 4. Статическая модуляционная характеристика амплитудного модулятора.	ОПК-2.1	0,25
	Тема 8.СМХ амплитудного модулятора.	Лекция №4. Амплитудная модуляция.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,14
		Лабораторная работа № 4. Исследование амплитудного модулятора.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	0,25
	Тема 9. Линейный детектор.	Лекция №5.Детектирование АМ сигналов.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,14
		Практическое занятие № 5. Расчет спектра тока на выходе линейного амплитудного детектора.	ОПК-2.1	0,25
	Тема 10. Квадратичный амплитудный детектор.	Лекция №5. Детектирование АМ сигналов.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,14
		Лабораторная работа № 5. Исследование амплитудного детектора.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	0,25
	Тема 11. Частотный модулятор.	Лекция №6. Частотная модуляция.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,14
		Практическое занятие № 6. Расчет СМХ	ОПК-2.1	0,25

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол- во часов
		частотного модулятора.		
	Тема 12. Частотный детектор.	Лекция № 6. Частотная модуляция.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,14
		Лабораторная работа № 6. Исследование частотного модулятора и детектора.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	0,25
	Тема 13. ФПВ и ФРВ . Числовые характеристики случайных процессов.	Лекция №7. Случайные процессы.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,14
		Практическое занятие № 7. Расчет ФПВ и ФРВ нормального процесса и синусоиды со случайной фазой.	ОПК-2.1	0,25
	Тема 14. Нормальный случайный процесс.	Лекция №7. Случайные процессы.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,14
		Лабораторная работа № 7. Исследование ФПВ и ФРВ нормального процесса и синусоиды со случайной фазой.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	0,25
	Тема 15. Функция корреляции. Интервал корреляции. Ширина энергетического спектра.	Лекция №8. Функция корреляции и энергетический спектр.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,14
		Практическое занятие № 8. Соотношение Винера-Хинчина. Белый шум.	ОПК-2.1	0,25
	Тема 16. Преобразования нормального процесса в линейных и нелинейных цепях.	Лекция №8. Функция корреляции и энергетический спектр.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,14
		Лабораторная работа № 8. Нелинейные преобразования нормального процесса.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	0,25
2.	Раздел 2. Цифровые системы связи.			
	Тема 17. Преобразование аналогового сигнала в сигнал ИКМ.	Лекция №9. ИКМ.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,4
		Практическое занятие № 9. Дискретизация, квантование, кодирование.	ОПК-2.1	0,3
	Тема 18. Преимущества и недостатки ИКМ.	Лекция №9. ИКМ.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,4
		Лабораторная работа № 9. Преобразование аналогового сигнала в сигнал ИКМ.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	0,3
	Тема 19.Схема регенератора. Вероятности $p(1/0)$ и $p(0/1)$.	Лекция №10. Регенерация двоичных сигналов.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,4
		Практическое занятие № 10. Помехоустойчивость регенерации методом однократного отсчета.	ОПК-2.1	0,3
	Тема 20. Зависимость $p(1/0)$ и $p(0/1)$ от	Лекция №10. Регенерация двоичных сигналов.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,4
		Лабораторная работа № 10.	ОПК-2.3,	0,3

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
	порогового напряжения.	Исследование регенератора сигналов ИКМ.	ОПК-4.4	
	Тема 21. Характеристики и параметры согласованного фильтра (СФ).	Лекция №11. . Согласованный фильтр.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,3
		Практическое занятие № 11. Расчет импульсной реакции и АЧХ согласованного фильтра.	ОПК-2.1	0,3
	Тема 22. Шумоподобные сигналы.	Лекция №11. Согласованный фильтр.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,3
		Лабораторная работа №11. Оптимальная фильтрация кода Баркера.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	0,3
	Тема 23. Структурная схема и помехоустойчивость оптимального приемника.	Лекция №12. Оптимальный приемник.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,3
		Практическое занятие № 12. Алгоритм работы и вероятность ошибки оптимального приемника двоичных сигналов.	ОПК-2.1	0,3
	Тема 24. Потенциальная помехоустойчивость оптимального приемника двоичных сигналов.	Лекция №12. Оптимальный приемник.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,3
		Лабораторная работа № 12. Помехоустойчивость ДАМ, ДЧМ, ДФМ.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	0,3
	Тема 25. Способы увеличения энтропии. Укрупнение сообщений.	Лекция №13. Энтропия.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,3
		Практическое занятие № 13. Укрупнение алфавита. Префиксный код. Увеличение основания кода.	ОПК-2.1	0,3
	Тема 26. Предсказание. Кодовое дерево. Многопозиционные коды.	Лекция №13. Энтропия.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,3
		Лабораторная работа № 13. Эффективное кодирование.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	0,3
	Тема 27. Корректирующие коды. Блочный код (7,3). Циклический код (7,4). Сверточный код.	Лекция №14. Помехоустойчивое кодирование.	ОПК-3.1, ОПК-3.3	0,3
		Практическое занятие № 14. Алгоритм кодирования и декодирования кода (7,3).	ОПК-2.1	0,25
		Лабораторная работа № 14. Формирование и исследование блочного кода (7,3).	ОПК-2.3, ОПК-4.4	0,25
	Тема 28. Дифференциальная энтропия. Взаимная информация. Теорема Шеннона для канала с белым шумом.	Лекция №15. Теорема Шеннона.	ОПК-3.1, ОПК-3.3.	0,3
		Практическое занятие № 15. Производительность источника. Скорость передачи информации.	ОПК-2.1	0,25
		Лабораторная работа № 15. Расчет пропускной способности канала связи.	ОПК-2.3, ОПК-4.4	0,25

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Структурная схема системы радиосвязи. Согласование сигналов и каналов связи.
2. Сообщения, сигналы и помехи как случайные процессы (СП); свойства ФПВ и ФРВ СП.
3. Числовые характеристики СП; усреднение по множеству реализаций и по одной реализации.
4. Функция корреляции и спектр плотности мощности СП; их свойства и взаимосвязь.
5. Узкополосный нормальный (гауссовский) СП; ФПВ огибающей и начальной фазы.
6. Модуляция. Сигналы АМ, БАМ и ОМ; их временное и спектральное представления.
7. Модуляция. Сигналы ЧМ и ФМ; их временное и спектральное представления.
8. Схемы и характеристики амплитудных модуляторов.
9. Схемы и характеристики сигналов угловой модуляции.
10. Детектирование сигналов АМ; некогерентный амплитудный детектор; режим малых амплитуд.
11. Детектирование сигналов АМ; некогерентный амплитудный детектор; режим больших амплитуд.
12. Когерентный детектор; синхронный режим, фазовая чувствительность и частотная избирательность.
13. Частотный дискриминатор на расстроенных контурах.
14. Модели непрерывных каналов связи (НКС). Гауссовский и релеевский НКС.
15. Модели дискретных каналов связи (ДКС). Графы и основные характеристики.
16. Теорема Котельникова. Дискретизация НС; теория временного и спектрального представлений.
17. Восстановление НС по дискретным отсчетам; вывод ряда Котельникова.
18. Цифровая система обработки и передачи НС. Метод импульсно-кодовой модуляции (ИКМ).
19. Расчет основных характеристик и параметров сигнала ИКМ.
20. Цифровая фильтрация НС. Разностное уравнение и классификация ЦФ.
21. Основные характеристики ЦФ. Z-преобразование и системная функция ЦФ.
22. Синтез канонической схемы ЦФ; АЧХ и ФЧХ ЦФ.

23. Методы последовательного и параллельного программирования ЦФ.
24. Обнаружение импульсных сигналов в шумах; расчет оптимального порога и вероятностей ошибок.
25. Синтез согласованного фильтра (СФ); вывод отношения сигнал/шум (ОСШ) на выходе СФ.
26. Характеристики СФ во временной и спектральной областях; расчет отклика СФ.
27. Синтез СФ для импульсного сигнала и пачки импульсов.
28. Синтез оптимального приемника ДС (ОПДС); критерии оптимальности и схема.
29. Алгоритмы и 2-х канальная схема работы ОПДС (когерентный прием в гауссовском КС (ГКС)).
30. Алгоритм и одно канальная схема работы ОПДС (корреляционный приемник).
31. Потенциальная помехоустойчивость ОПДС; расчет минимальной вероятности ошибки.
32. Сравнение помехоустойчивости оптимального приема сигналов ДАМ, ДЧМ и ДФМ.
33. Неоптимальные методы приема сигналов ДАМ; расчет помехоустойчивости.
34. Неоптимальные методы приема сигналов ДЧМ; расчет помехоустойчивости.
35. Прием сигналов ДФМ и относительной ДФМ; расчет помехоустойчивости (сравнение фаз и полярностей).
36. Информационные аспекты передачи сообщений; количественные меры информации.
37. Энтропия источника независимых и зависимых ДС; свойства энтропии.
38. Скорость передачи и пропускная способность двоичного симметричного КС.
39. Энтропия источника независимых НС; энтропия гауссовского сообщения.
40. Скорость передачи и пропускная способность непрерывного гауссовского КС.
41. Повышение эффективности ЦСП с ИКМ. Метод разностной ИКМ. Оптимизация фильтра-предсказателя.
42. Эффективное (статистическое) кодирование ДС; теорема Шеннона для идеального КС.
43. Принципы корректирующего (помехоустойчивого) кодирования и декодирования ДС.
44. Корректирующий линейный код (КЛК); правила и схемы кодирования КЛК.
45. Синдромный метод декодирования КЛК с обнаружением ошибок.
46. Принципы и схемы декодирования КЛК с исправлением ошибок.

47. Многоканальная система передачи (МСП). Назначение отдельных элементов.

48. Принципы уплотнения и разделения каналов в МСП; теория линейного разделения каналов.

49. МСП с частотным разделением каналов (ЧРК).

50. МСП с временным разделением каналов (ВРК).

5.2. Темы письменных работ

Примерные темы рефератов, докладов, эссе

1. Кодирование непрерывного источника сообщений. Дифференциальная ИКМ (ДИКМ).

2. Кодирование непрерывного источника сообщений. Дельта-модуляция (ДМ)

3. Разработка лабораторной работы на микропроцессоре (9 тем по 1-ой и 2-ой частям курса).

4. Пропускная способность канала с памятью.

5. Расширение функциональных возможностей универсального (интерактивного) меню для запуска лабораторных работ.

6. Разработка стенда для выполнения лабораторных работ по дисциплинам кафедры.

7. Разработка программного комплекса для оценки знаний студентов

5.3. Оценочные средства

Оценочные материалы (оценочные средства) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине ОТС прилагаются (ПРИЛОЖЕНИЯ №1, №2, №3)

5.4. Перечень видов оценочных средств

1. Теоретические вопросы в устной форме (п. 5.1.)

2. Тесты (приложение №1)

3. Курсовая работа (приложение №2)

4. Лабораторные работы (приложение №3)

ПРИЛОЖЕНИЕ №1

Компетентностно-ориентированные тесты к промежуточному контролю

Примеры тестовых вопросов

1.1.1. Соответствие между блоком структурной схемы системы связи и колебанием, наблюдаемым на его выходе,

* Источник – сообщение;

* Передатчик – сигнал;

*Линия связи – наблюдаемый сигнал;

*Приемник – оценка сообщения.

1.1.2. Соответствие между наименованием помехи ξ и формулой, характеризующей модель линии связи,

* аддитивная - $(s + \xi)$;

*мультипликативная - $(\xi \cdot s)$;

* комбинированная - $(\xi_1 \cdot s + \xi_2)$

1.1.3. Сигнал, непрерывно изменяющийся и по аргументу и по значению,

* аналоговый; # дискретно-аналоговый; # аналого-дискретный; # цифровой

1.1.4. Структурная схема передатчика системы связи содержит блоки:

* Источник сообщения, кодер, модулятор, генератор переносчика, выходное устройство. # Источник сообщения, кодер, модулятор, генератор переносчика, демодулятор.

Источник сообщения, декодер, модулятор, генератор переносчика, выходное устройство.

Источник сообщения, кодер, демодулятор, генератор переносчика, выходное устройство.

Источник сообщения, кодек, модулятор, генератор переносчика, выходное устройство.

1.1.5. Структурная схема приемника системы связи содержит блоки:

* Входное устройство, демодулятор, декодер, получатель сообщения.

Выходное устройство, модулятор, декодер, получатель сообщения.

Входное устройство, демодулятор, кодер, получатель сообщения.

Входное устройство, демодулятор, кодек, получатель сообщения.

Входное устройство, модем, декодер, получатель сообщения.

1.1.6. Сигнал, изменяющийся дискретно и по аргументу и по значению,

* цифровой; # дискретно-аналоговый; # аналого-дискретный; # аналоговый

1.1.7. Периодические сигналы

* $s(t + T) = s(t)$; * $s(t) = U \sin(2\pi t / T)$; # $s(t) = at$; # $s(t) = sh(2\pi t / T)$; # $s(t) = a / t$

1.1.8. Шумы и помехи в канале связи представляют собой ____ процессы.

* случайные; # полезные; # детерминированные; # регулярные

1.1.9. Сигналы, значения которых можно предсказать с вероятностью 1:

* детерминированные; # квазидетерминированные; # случайные; # шумовые

1.1.10. Сигналы, значения которых нельзя предсказать точно:

* стохастические; # детерминированные; # неслучайные; # достоверные

1.1.11. Модулятор и демодулятор образуют:

* модем; # кодер; # декодер; # кодек; # источник сообщения.

1.1.12. Спектральная плотность мощности белого шума -

* равномерная; # периодическая; # непостоянная; # импульсная

1.1.13. Кодер и декодер образуют:

* кодек; # модулятор; # демодулятор; # модем; # источник сообщения.

1.1.14. Операцию детектирования осуществляет:

* детектор; # модулятор; # кодер; # декодер; # фильтр.

1.1.15. Соответствие между наименованием модулированного сигнала и формулой его представления

* АМ - $U_m[1 + M_a a(t)]\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$;

* ЧМ - $U_m \cos[\omega_0 t + k \int_0^t a(\tau) d\tau + \varphi_0]$;

* ФМ - $U_m \cos[\omega_0 t + ka(t) + \varphi_0]$;

* БМ - $ka(t)\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$

1.1.16. Взаимосвязь между шириной спектра Δf и центральной частотой f_0 узкополосного сигнала

* $\Delta f \ll f_0$; # $\Delta f = f_0$; # $\Delta f > f_0$; # $\Delta f \gg f_0$;

1.1.17. Значения случайного процесса некоррелированы, если они _____

* независимы; # нелинейны; # зависимы; # ненаблюдаемы; # неоднозначны.

1.1.18. Дисперсии складываются при сложении _____ случайных процессов

* независимых; # одинаковых; # зависимых; # произвольных; # равнозначных.

1.1.19. Случайный сигнал стационарен, если его статистические характеристики не зависят: _____

* от начального момента времени; # от его предыстории; # от его значений в текущий момент; # от его значений в будущем

1.1.20. Случайный сигнал стационарен в широком смысле, если от начального момента времени не зависят его моменты _____

* первого и второго порядков; # произвольного порядка; # центральные; # начальные

1.1.21. Эргодический случайный сигнал является _____ случайным процессом

* стационарным; # нестационарным; # детерминированным; # неинформативным

1.1.22. Функция плотности вероятностей гауссовского сигнала

* $\exp(-x^2 / 2D) / \sqrt{2\pi D}$; # $x \exp(-x^2 / 2D) / D$; # $a \exp(-ax)$; # $\lambda^k \exp(-\lambda) / k!$

1.1.23. Функция плотности вероятностей пуассоновского сигнала

* $\lambda^k \exp(-\lambda) / k!$; # $\exp(-x^2 / 2D) / \sqrt{2\pi D}$; # $x \exp(-x^2 / 2D) / D$; # $a \exp(-ax)$

1.1.24. Одномерные законы распределения вероятностей дискретных случайных сигналов

* $p(k) = \lambda^k \exp(-\lambda) / k!$; * $p(q) = C_n^q p^q (1-p)^{n-q}$; # $a \exp(-ax)$; # $\exp(-x^2 / 2D) / \sqrt{2\pi D}$; # $x \exp(-x^2 / 2D) / D$

1.1.25. Одномерные функции плотности вероятностей непрерывных случайных сигналов

* $\exp(-x^2 / 2D) / \sqrt{2\pi D}$; * $x \exp(-x^2 / 2D) / D$; # $p(q) = C_n^q p^q (1-p)^{n-q}$; # $p(k) = \lambda^k \exp(-\lambda) / k!$;

1.1.26. S: Сигнал: $u(t) = U_m \cos \omega t$ и нормальный белый шум $x(t)$ со спектральной плотностью G_0 поступают на вход синхронного детектора (СД). Опорное напряжение равно сигналу: $u_{оп}(t) = U_m \cos \omega t$. Из фрагментов текста и формул составьте правильный вывод выражения для отношения с/ш на выходе детектора.

1: Напряжение сигнала на выходе

2: СД равно: $u_c = \int_0^T U_m \cos \omega t \cdot u_{on}(t) dt = \int_0^T U_m^2 \cos^2 \omega t dt = \frac{U_m^2 T}{2};$

3: а напряжение шума у на выходе

4: СД равно: $y = \int_0^T x(t) u_{on}(t) dt = \int_0^T x(t) U_m \cos \omega t dt;$

6: Дисперсия процесса

7: у равна: $\overline{y^2} = \int_0^T x(t) U_m \cos \omega t dt \int_0^T x(\tau) U_m \cos \omega \tau d\tau;$

8: Двойной интеграл можно записать

9: так: $\overline{y^2} = U_m^2 \int_0^T \int_0^T \overline{x(t)x(\tau)} \cos \omega t \cos \omega \tau dt d\tau;$

10: Т.к. $\overline{x(t)x(\tau)} = G_0 \delta(t-\tau)$ есть функция корреляции белого

11: шума, то: $\overline{y^2} = U_m^2 \int_0^T \int_0^T G_0 \delta(t-\tau) \cos \omega t \cos \omega \tau dt d\tau;$

12: Используя фильтрующее свойство δ -функции,

13: получим: $\overline{y^2} = U_m^2 \int_0^T G_0 \cos \omega t dt \int_0^T \delta(t-\tau) \cos \omega \tau d\tau =$

14: $= U_m^2 \int_0^T G_0 \cos^2 \omega t dt = G_0 U_m^2 \int_0^T \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\omega t \right) dt = \frac{G_0 U_m^2 T}{2};$

15: Отношение с/ш на выходе СД равно: $h^2 = \frac{P_c}{y^2} = \frac{U_m^2 T}{2G_0};$

Вычислите отношение с/ш на выходе СД, если заданы параметры:
 $U_m = [U_m; 1; 1; 10]$ в

$$T = [T; 1; 1; 5] \text{ с}$$

$$G_0 = [G_0; 1; 1; 5] \text{ в}^2 \cdot \text{с}$$

Введите значение h^2 .

1.27. На вход канала связи с коэффициентом передачи $K(f)=1$; $0 < f < F$; поступает белый шум с постоянной спектральной плотностью мощности G_0 . Мощность шума на выходе канала связи

* FG_0 ; # G_0 ; # $2FG_0$; # $2\pi F$; # $\pi G_0/F$

1.28. На вход канала связи с коэффициентом передачи $K(f)=2$; $0 < f < F$; поступает белый шум с постоянной спектральной плотностью мощности G_0 . Дисперсия шума на выходе канала связи

* $4FG_0$; # FG_0 ; # $2FG_0$; # $2\pi F$; # $\pi G_0/F$

1.29. На вход канала связи с коэффициентом передачи $K(f)=0.1$; $0 < f < F$; поступает белый шум с постоянной спектральной плотностью мощности G_0 . Дисперсия шума на выходе канала связи

* $0.01FG_0$; # FG_0 ; # $2FG_0$; # $2\pi G_0F$; # $\pi G_0/F$

1.30. Соответствие входного и выходного сигналов непрерывного канала связи

* аналоговый – аналоговый; # аналоговый – дискретный; # дискретный – аналоговый

1.31. Канал связи, для которого справедлив принцип суперпозиции и не происходит обогащение спектра отклика по сравнению со спектром воздействия,

* линейный; # линейно-параметрический; # нелинейный; # нелинейно-параметрический

1.32. Канал связи, для которого справедлив принцип суперпозиции и происходит обогащение спектра отклика по сравнению со спектром воздействия,

* линейно-параметрический; # линейный; # нелинейный; # нелинейно-параметрический

1.33. Канал связи, для которого не справедлив принцип суперпозиции и происходит обогащение спектра отклика по сравнению со спектром воздействия,

* нелинейный; # линейно-параметрический; # линейный; # нелинейно-параметрический

1.34. Канал связи, в котором действует аддитивная помеха типа «белого шума» с нормальным законом распределения мгновенных значений,

* гауссовский; # релеевский; # райсовский; # марковский

1.35. На вход канала связи, в котором действует шум с мощностью $10 \text{ (В}^2\text{)}$, поступает сигнал с мощностью $100 \text{ (В}^2\text{)}$. Отношение сигнал шум в канале

* 10 дБ ; # 20 дБ ; # 1 дБ ; # 100 дБ ; # 0 дБ

1.36. На вход канала связи, в котором действует шум с мощностью $1 \text{ (В}^2\text{)}$, поступает сигнал с мощностью $1 \text{ (В}^2\text{)}$. Отношение сигнал шум в канале

* 0 дБ ; # 20 дБ ; # 1 дБ ; # 100 дБ ; # 10 дБ

1.37. На вход канала связи, в котором действует шум с мощностью $0.1 \text{ (В}^2\text{)}$, поступает сигнал с мощностью $100 \text{ (В}^2\text{)}$. Отношение сигнал шум в канале

* 30 дБ ; # 20 дБ ; # 1 дБ ; # 10 дБ ; # 0 дБ

1.38. В аддитивном канале связи дисперсии сигнала и шума складываются, если сигнал и шум _____ случайные процессы

* независимые; # равноправные; # произвольные; # одинаковые

1.40. В аддитивном канале связи и сигнал и шум гауссовские случайные процессы. Отклик канала связи является

* гауссовским; # релеевским; # райсовским; # марковским

1.41. В аддитивном канале связи и сигнал и шум независимые случайные процессы с дисперсиями 19 (B^2) и 6 (B^2). Дисперсия отклика канала связи

* 25; # 13; # 19; # 6; # 5

1.42.. В системе электросвязи помеха, перемножаемая с сигналом, является

* мультипликативной; # аддитивной; # переходной; # анимационной

1.43. На вход канала связи с коэффициентом передачи $K(f)=0,4$; $0 < f < F$; поступает сигнал со спектральной плотностью мощности: $G(f) = 1/[1 + (f / F)^2]$, $f \geq 0$. Мощность сигнала на выходе канала связи

* $0.04\pi F$; # $4\pi F$; # F ; # $2\pi F$; # πF

1.44. Селективные замирания сигнала вызываются изменением в канале связи

* коэффициента передачи; # аддитивного шума; # чувствительности приемника

1.45. На вход канала связи с коэффициентом передачи $K(f)=f/F$; $0 < f < F$; поступает белый шум с постоянной спектральной плотностью мощности G_0 . Дисперсия шума на выходе канала связи

* $G_0 F/3$; # $F G_0/5$; # $2 F G_0$; # $\pi G_0 F^2/2$; # $\pi G_0/F$

1.46. Связь выхода и входа непрерывного канала связи определяется соотношением: $A(t) = B(t) \cdot V[t; C(t)] + D(t)$. Соответствие между сигналами и их наименованиями

* $A(t)$ - отклик канала; * $B(t)$ - мультипликативная помеха; * $V(t)$ - полезная составляющая отклика; * $C(t)$ - входное воздействие; * $D(t)$ - аддитивная помеха

1.47. На вход канала связи с коэффициентом передачи $K(f)=[f/F]^2$; $0 < f < F$; поступает белый шум с постоянной спектральной плотностью мощности G_0 . Дисперсия шума на выходе канала связи

* $G_0 F/5$; # $F G_0/3$; # $2 F G_0$; # $\pi G_0 F/3$; # $\pi G_0/F$

1.48. На вход канала связи с коэффициентом передачи $K(f)=2$; $0 < f < F$; поступает сигнал со спектральной плотностью мощности: $G(f) = 1/[1 + (f / F)^2]$, $f \geq 0$. Мощность сигнала на выходе канала связи

* πF ; # $F/2$; # F ; # $2\pi F$; # $4\pi/F$

1.49. На вход канала связи с коэффициентом передачи $K(f)=4$; $0 < f < F$; поступает сигнал со спектральной плотностью мощности: $G(f) = 1/[1 + (f / F)^2]$, $f \geq 0$. Мощность сигнала на выходе канала связи

* $4\pi F$; # $F/2$; # F ; # $2\pi F$; # πF

1.50. На вход канала связи с коэффициентом передачи $K(f) = 2 / \sqrt{1 + (f/F)^2}$, $f \geq 0$, поступает белый шум с постоянной спектральной плотностью мощности G_0 . Дисперсия шума на выходе канала связи

* $2\pi FG_0$; # FG_0 ; # $2FG_0$; # $2\pi F$; # $\pi G_0/F$

ПРИЛОЖЕНИЕ №2

Практические задания и задачи к промежуточному контролю

1.1. Задания к выполнению курсовой работы/курсового проекта

1.1.1. По заданной функции корреляции:

а) рассчитать интервал корреляции, спектр плотности мощности, начальную энергетическую ширину спектра сообщения.

Рассчитываем интервал корреляции:

$$\tau_k = \frac{\int_0^\infty B_A(\tau) d\tau}{B_A(0)} = \frac{\int_0^\infty P_A e^{-\frac{\beta^2 \tau^2}{2}} d\tau}{P_A} = \int_0^\infty e^{-\frac{\beta^2 \tau^2}{2}} d\tau = \text{одна из разновидностей интеграла}$$

$$\begin{aligned} \text{Пуассона} &= \left| z^2 = \frac{\beta^2 \tau^2}{2}; z = \sqrt{\frac{\beta^2}{2}} \tau \right| = \sqrt{\frac{2}{\beta^2}} \int_0^\infty e^{-z^2} dz = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2\pi}{\beta^2}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{6.28}{(20 \cdot 10^3)^2}} = \\ &= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{6.28}{(20 \cdot 10^3)^2}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{6.28}{4 \cdot 10^8}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{6.28}{4 \cdot 10^8}} = \frac{1}{2} \sqrt{1.57 \cdot 10^{-8}} = \frac{1}{2} 1.253 \cdot 10^{-4} = 6.265 \cdot 10^{-5} \text{ с} \end{aligned} \quad (1)$$

Рассчитаем энергетический спектр или спектр плотности мощности.

$$\begin{aligned} G_A(\omega) &= \int_{-\infty}^\infty B_A(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau = 2 \int_0^\infty B_A(\tau) \cos(\omega\tau) d\tau = 2P_A \int_0^\infty e^{-\frac{\beta^2 \tau^2}{2}} \cos(\omega\tau) d\tau = \\ &= P_A \sqrt{\frac{2\pi}{\beta^2}} e^{-\frac{\omega^2}{2\beta^2}} \end{aligned} \quad (2)$$

$$G_A(\omega) = P_A \sqrt{\frac{2\pi}{\beta^2}} e^{-\frac{\omega^2}{2\beta^2}} \quad (3)$$

Найдем начальную энергетическую ширину спектра сообщения.

$$\begin{aligned} \Delta\omega_0 = 2\pi\Delta f_0 &= \frac{1}{G_{\max}} \int_0^\infty G_A(\omega) d\omega = \frac{P_A \sqrt{\frac{2\pi}{\beta^2}}}{G_{\max}} \int_0^\infty e^{-\frac{\omega^2}{2\beta^2}} d\omega = \\ &= \frac{P_A \sqrt{\frac{2\pi}{\beta^2}}}{G_{\max}} \sqrt{\frac{\pi}{2}} \beta * \operatorname{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{2}b}\right) \Big|_0^\infty = \frac{P_A \pi}{G_{\max}} * \operatorname{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{2}b}\right) \Big|_0^\infty = \frac{P_A \pi}{G_{\max}} \end{aligned} \quad (4)$$

Для нахождения G_{\max} возьмем производную от $G(\omega)$ и приравняем ее 0.

$$G'_A(\omega) = P_A \frac{-2\omega}{2\beta^2} \sqrt{\frac{2\pi}{\beta^2}} e^{-\frac{\omega^2}{2\beta^2}} = 0 \Rightarrow \omega = 0 \text{ Получаем } G_A(0) = G_{\max} = P_A \sqrt{\frac{2\pi}{\beta^2}} e^{-\frac{0^2}{2\beta^2}} = P_A \sqrt{\frac{2\pi}{\beta^2}} = 2.9 \cdot 1.25 \cdot 10^{-4} =$$

Подставляем G_{\max} в выражение:

$$\Delta\omega_0 = \frac{P_A \pi}{G_{\max}} = \frac{9.1}{3.63 \cdot 10^{-4}} = 2.5 \cdot 10^4 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (6)$$

б) построить в график функции корреляции и сектора плотности мощности, отметить на них найденные в пункте а параметры.

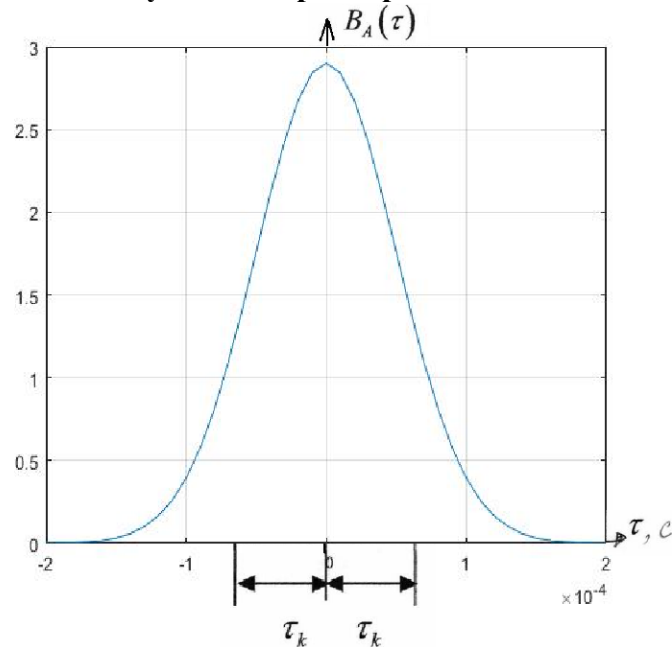


Рисунок 1 График функции корреляции $B_A(\tau)$

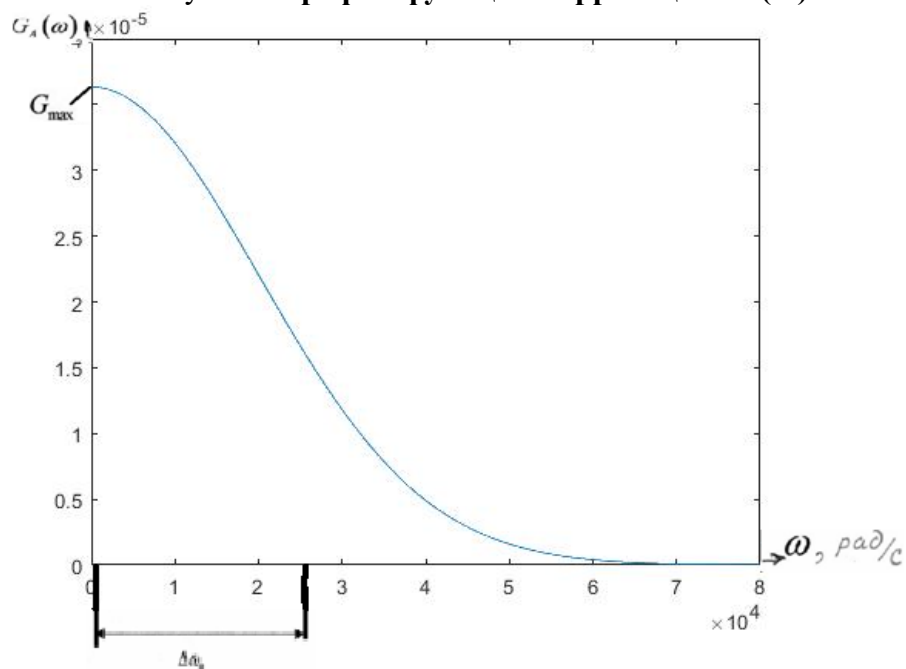


Рисунок 2 График спектра плотности мощности $G_A(\omega)$

1.1.2. Считая, что исходное сообщение воздействует на идеальный фильтр нижних частот (ИФНЧ) с единичным коэффициентом передачи и полосой пропускания, равной начальной энергетической ширине спектра сообщения:

А) рассчитать среднюю квадратическую погрешность фильтрации (СКПФ) сообщения, среднюю мощность отклика ИФНЧ, частоту и интервал временной дискретизации отклика ИФНЧ.

Мощность отклика ФНЧ равна:

$$P_x = \frac{1}{\pi} \int_0^{\Delta\omega_0} G_A(\omega) d\omega = \frac{P_A \sqrt{\frac{2\pi}{\beta^2}}}{\pi} \int_0^{\Delta\omega_0} e^{\frac{-\omega^2}{2\beta^2}} d\omega = \frac{P_A \sqrt{\frac{2\pi}{\beta^2}}}{\pi} \sqrt{\frac{\pi}{2}} \text{berf}\left(\frac{\Delta\omega_0}{\sqrt{2}\beta}\right) = \frac{P_A \pi}{\pi} * 0.78 = 0.78 P_A = 2.26 B^2 \quad (7)$$

Среднеквадратичная погрешность фильтрации:

$$\bar{\varepsilon}_\phi^2 = \frac{1}{\pi} \int_{\Delta\omega_0}^{\infty} G_A(\omega) d\omega = P_A - P_x = 2.9 - 2.26 = 0.64 B^2 \quad (8)$$

Найдем частоту и интервал временной дискретизации отклика ИФНЧ:

$$f_D = 2\Delta f_0 = \frac{\Delta\omega_0}{\pi} = 0.8 * 10^4 \text{ Гц} \quad (9)$$

$$T_D = \frac{1}{f_D} = 1.25 * 10^{-4} \text{ с} \quad (10)$$

1.1.3. Полагая, что последовательность дискретных отсчетов на выходе дискретизатора далее квантуется по уровню с равномерной шкалой квантования:

а) рассчитать интервал квантования, пороги и уровни квантования, среднюю квадратическую погрешность квантования (СКПК):

Рассчитываем шаг квантования:

$$\Delta q = \frac{6 * \sigma_x}{L-2} = \frac{6 * \sqrt{P_x}}{L-2} \quad (11)$$

где L = 8 число уровней квантования.

$$\Delta q = \frac{6 * \sqrt{P_x}}{6} = \sqrt{P_x} = 1.5 B \quad (12)$$

Пороги квантования находим из выражения:

$$h^{(n)} = 3\sqrt{P_x} \left(\frac{n-1}{0.5L-1} - 1 \right); n = 1 \dots L-1 \quad (13)$$

Таблица 2 Значение порогов квантования

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8
h ⁽ⁿ⁾ В	−∞	-4.5	-3	-1.5	0	1.5	3	4.5	∞

Уровни квантования определяются следующим выражением:

$$x^{(n)} = \frac{h^{(n+1)} - h^{(n)}}{2} = x^{(0)} + n\Delta q; n = 0 \dots L-1 \quad (14)$$

$$x^{(0)} = -\frac{\Delta q}{2}(L-1) = -\frac{7*1.5}{2} = -5.25 B \quad (15)$$

Таблица 3 Значение уровней квантования

n	0	1	2	3	4	5	6	7
x ⁽ⁿ⁾ В	-5.25	-3.75	-2.25	-0.75	0.75	2.25	3.75	5.25

Средняя квадратическая погрешность квантования (мощность шума квантования) равна:

$$\bar{\varepsilon}_q^2 = P_X - 2B_{XY} + P_Y \quad (16)$$

Где P_X и P_Y соответственно мощности (дисперсия) входного и выходного сигналов квантователя, а B_{XY} – коэффициент взаимной корреляции между этими сигналами.

$$P_X = 2.26B^2 \quad (17)$$

$$B_{XY} = K_{XY} * \sigma_X^2 = K_{XY} * P_X \quad (18)$$

$$K_{XY} = \sigma_X * \sum_{n=1}^{L-1} W_X(h^{(n)}) \quad (19)$$

$$W_X(x) = \frac{1}{\sigma_X \sqrt{2\pi}} e^{\frac{-x^2}{2\sigma_X^2}} - \text{ФПВ гауссовской случайной величины } x. \quad (20)$$

Таблица 4 Значение гауссовской случайной величины в порогах квантования

$h^{(n)}$ В	-4.5	-3	-1.5	0	1.5	3	4.5
$W_X(h^{(n)})$	0.002	0.031	0.177	0.317	0.177	0.031	0.002

$$K_{XY} \approx 0.99 \Rightarrow B_{XY} = K_{XY} * \sigma_X^2 \approx 2.26B^2 \quad (21)$$

$$P_Y = \sum_{n=0}^{L-1} [x^{(n)}]^2 * p_n \quad (22)$$

где p_n – закон распределения дискретной случайной величины $y=x^{(n)}$, $n = 0 \dots L-1$

$$p_n = \Phi\left(\frac{h^{(n+1)}}{\sigma_X}\right) - \Phi\left(\frac{h^{(n)}}{\sigma_X}\right), n = 0 \dots L-1 \quad (23)$$

$$\text{Где } \Phi(v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^v e^{-\frac{t^2}{2}} dt - \text{табулированная функция Лапласа} \quad (24)$$

$$P_Y = 2.42B^2 \quad (25)$$

Следовательно, получаем, что мощность шума квантования равна:

$$\bar{\varepsilon}_q^2 = 2.26 - 2 * 2.26 + 2.42 = 0.16B^2 \quad (26)$$

б) построить в масштабе характеристику квантования.

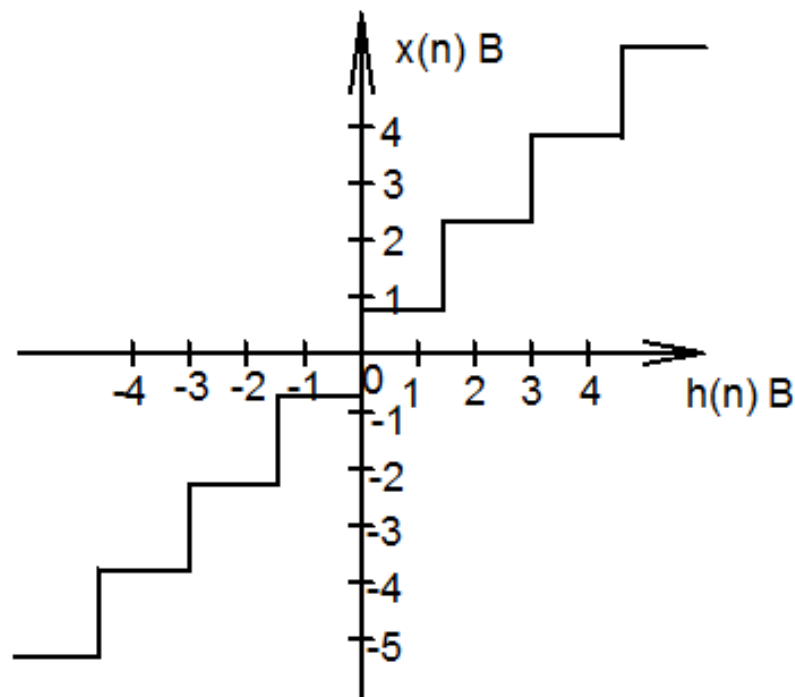


Рисунок 3 Характеристика квантователя.

1.1.4. Рассматривая отклик квантователя как случайный дискретный сигнал с независимыми значениями на входе L-ичного дискретного канала связи (ДКС):

а) рассчитать закон и функцию распределения вероятностей квантованного сигнала, а также энтропию, производительность и избыточность L-ичного дискретного источника.

Распределение вероятностей рассчитывается как:

$$p_n = \Phi\left(\frac{h^{(n+1)}}{\sigma_X}\right) - \Phi\left(\frac{h^{(n)}}{\sigma_X}\right), n = 0 \dots L-1 \quad (27)$$

$$\text{Где } \Phi(v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^v e^{-\frac{t^2}{2}} dt \text{ -табулированная функция Лапласа} \quad (28)$$

Таблица 5 Распределение вероятностей

n	0	1	2	3	4	5	6	7
p _n	0.0013	0.021	0.136	0.341	0.341	0.136	0.021	0.0013

Интегральное распределение вероятностей.

$$F_n = \sum_{i=0}^n p_i; \quad F_n = 0, n < 0; \quad F_n = 1, n \geq L-1. \quad (29)$$

Рассчитаем энтропию.

$$H_Y = -\sum_{n=0}^{L-1} p_n \log_2 p_n = 2.1 \frac{\text{бит}}{\text{символ}}; \quad (30)$$

Производительность в ДКС определяется соотношением:

$$H'_Y = \frac{H_Y}{T} = 1.68 * 10^4 \frac{\text{бит}}{\text{символ} * c} \quad (31)$$

Избыточность последовательности источника:

$$r_Y = \frac{H_{MAX} - H_Y}{H_{MAX}} \quad (32)$$

H_{\max} – максимальная энтропия, для источника дискретных сообщений

$$H_{\max} = \log_2 L = 3 \frac{\text{бит}}{\text{символ}} \quad (33)$$

$$r_Y = \frac{3 - 2.1}{3} = 0.3 \quad (34)$$

б) построить в масштабе графики рассчитанных законов и функций распределения вероятностей.

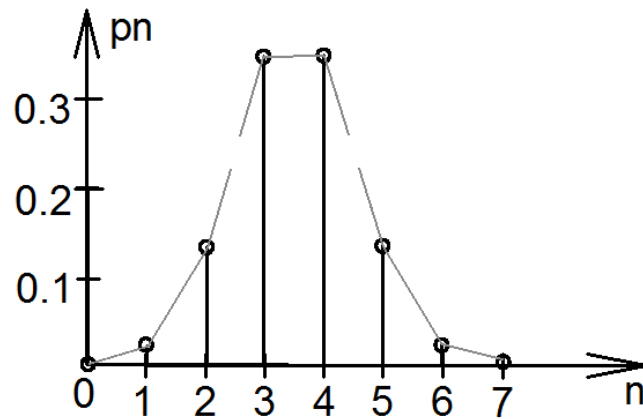


Рисунок 4 График закона распределения вероятностей.

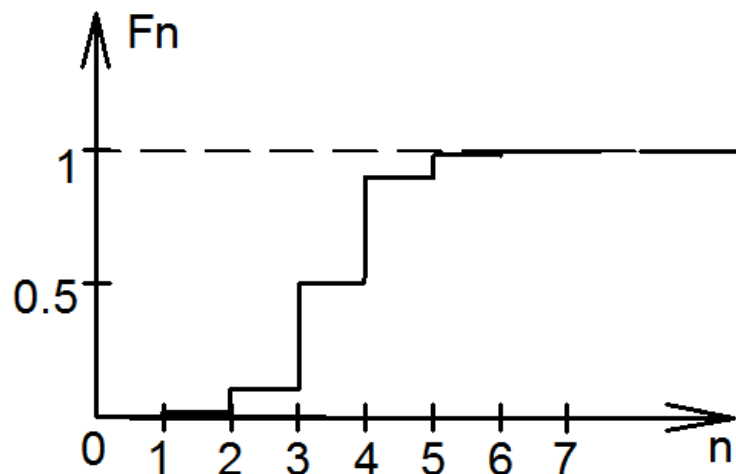


Рисунок 5 График функции распределения вероятностей.

1.1.5. Закодировать значения L-ичного дискретного сигнала двоичным блочным примитивным кодом, выписав все кодовые комбинации и построить таблицу кодовых расстояний кода:

При организации цифровой связи широкое распространение получило двоичное кодирование, когда кодовые символы принимают только два значения $b_0=0$ и $b_1=1$. Процедура кодирования состоит в следующем.

Физические уровни $x^{(n)}$, $n = 0 \dots L-1$, вначале пронумеровываются, то есть заменяются их номерами $x^{(n)}$ заменяется на n . Затем эти десятичные числа представляют в двоичной системе счисления с основанием 2. Это представление имеет вид:

$$n = \sum_{j=0}^{l-1} b_{n,j} * 2^j = b_{n,l-1} * 2^{l-1} + b_{n,l-2} * 2^{l-2} + \dots + b_{n,1} * 2^1 + b_{n,0} * 2^0 \text{ где } l = \log_2 L \quad (35)$$

$b_{n,j}$ – двоичный кодовый символ (0 или 1) десятичного числа n , расположенный в j -ой позиции кодовой комбинации

$$\vec{b}^{(n)} = (b_{n,l-1}; b_{n,l-2}; \dots; b_{n,1}; b_{n,0}) \quad (36)$$

В нашем случае $L = 8 \Rightarrow l = \log_2 8 = 3$

$$n = \sum_{j=0}^2 b_{n,j} * 2^j = b_{n,2} * 2^2 + b_{n,1} * 2^1 + b_{n,0} * 2^0 \quad (37)$$

Тогда получим:

Таблица 6 Кодовые комбинации

$x^{(0)} \rightarrow 0 \rightarrow 000$	$x^{(4)} \rightarrow 4 \rightarrow 100$
$x^{(1)} \rightarrow 1 \rightarrow 001$	$x^{(5)} \rightarrow 5 \rightarrow 101$
$x^{(2)} \rightarrow 2 \rightarrow 010$	$x^{(6)} \rightarrow 6 \rightarrow 110$
$x^{(3)} \rightarrow 3 \rightarrow 011$	$x^{(7)} \rightarrow 7 \rightarrow 111$

Образуя сигнал импульсно-кодовой модуляции (ИКМ). Кодовым расстояние d_{mn} между двумя двоичными кодовыми комбинациями $\vec{b}^{(n)}$ и $\vec{b}^{(m)}$ называют количество позиций, в которых одна кодовая комбинация отличается от другой.

Таблица 7 Кодовые расстояния

	000	001	010	011	100	101	110	111
000	0	1	1	2	1	2	2	3
001	1	0	2	1	2	1	3	2
010	1	2	0	1	2	3	1	2
011	2	1	1	0	3	2	2	1
100	1	2	2	3	0	1	1	2
101	2	1	3	2	1	0	2	1
110	2	3	1	2	1	2	0	1
111	3	2	2	1	2	1	1	0

а) рассчитать априорные вероятности передачи по двоичному ДКС символов нуля и единицы, начальную ширину спектра сигнала ИКМ.

Так как среднее число нулей $\bar{n}(0)$ и среднее число единиц $\bar{n}(1)$ в сигнале ИКМ одинакового, то и вероятности их появления одинаковы:

$$p(0) = p(1) = 0.5 \quad (38)$$

Ширина спектра сигнала ИКМ равна:

$$\Delta f_{ИКМ} = \frac{k_1}{\tau_u} = \frac{k_1 l}{T} = \frac{k_1 \log_2 L}{T} = 2 \Delta f_0 k_1 \log_2 L \quad (39)$$

$k_1 = 1.667$ – постоянная.

$$\Delta f_{ИКМ} = 4 * 10^4 \Gamma \text{ц} \quad (40)$$

1.1.6. Полагая, что для передачи ИКМ сигнала по непрерывному каналу связи (НКС) используется гармонический переносчик:

а) рассчитать нормированные к амплитуде переносчика спектр модулированного сигнала и его начальную ширину спектра:

Сигнал ДАМ представляется в виде:

$$S_{ДАМ}(t) = U_0 [1 + b_i(t)] \sin(\omega_n t) = \begin{cases} S_0(t) = 0 \\ S_0(t) = U_0 \sin(2\pi f_0 t) \end{cases} \quad (41)$$

Разложение сигнала по гармоническим составляющим имеет следующий вид:

$$S_{\text{ДАМ}}(t) = 0.5U_0 \sin(2\pi f_0 t) + \sum_{\substack{k=1 \\ (\text{нечет})}}^{\infty} \frac{U_0}{\pi k} [\sin 2\pi(f_0 - k * f_u)t - \sin 2\pi(f_0 + k * f_u)t] \quad (42)$$

Сектор сигнала имеет только нечетные гармонические составляющие на частотах $f_k = kf_H$, $k = 1, 3, 5, \dots$ (43)

При неизвестной амплитуде U_0 вычисляют нормированный спектр

$$\frac{U_k}{U_0} = \varphi(f) \quad (44)$$

$$f_u = 1.2 * 10^4 \text{ Гц} \quad (45)$$

Ширина спектра сигнала ДАМ равна:

$$\Delta f_{S, \text{ДАМ}} = 2 * \Delta f_{\text{ИКМ}} = 8 * 10^4 \text{ Гц} \quad (46)$$

б) построить в масштабе график нормированного спектра сигнала дискретной модуляции и отметить на нем найденную ширину спектра:

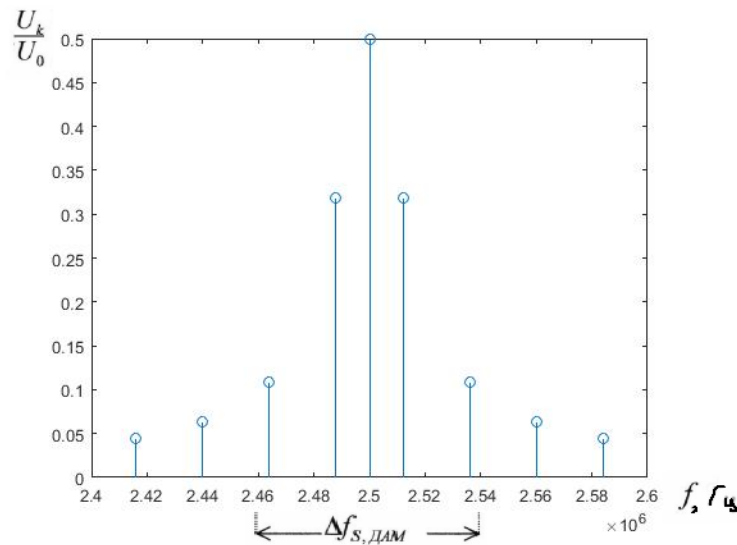


Рисунок 6 График нормированного спектра сигнала дискретной модуляции.

Таблица 8 Частоты гармоник спектра

k	$(f_0 - k * f_u) \text{ Гц}$	$(f_0 + k * f_u) \text{ Гц}$	$\varphi(k)$
0	$2.5 * 10^6$	$2.5 * 10^6$	0.5
1	$2.488 * 10^6$	$2.512 * 10^6$	0.318
3	$2.464 * 10^6$	$2.536 * 10^6$	0.108
5	$2.44 * 10^6$	$2.56 * 10^6$	0.064
7	$2.416 * 10^6$	$2.584 * 10^6$	0.045

1.1.7. Рассматривая НКС как адаптивный гауссовской канал с ограниченной полосой частот, равной ширине спектра сигнала дискретной модуляции, и заданной спектральной плотностью мощности помех и отношением сигнал-шум:

а) рассчитать приходящиеся в среднем на один двоичный символ мощность и амплитуду модулированного сигнала, дисперсию (мощность) адаптивной помехи в полосе частот сигнала, пропускную способность НКС.

Мощность гауссовского белого шума $P_{\text{ш}} = \sigma_{\text{ш}}^2$ в полосе пропускания ПФ

геометрически определяется как площадь прямоугольника с высотой G_0 и основанием Δf_s .

$$P_{\text{ш}} = G_0 \Delta f_s = 0.0006 * 8 * 10^4 = 48 \text{ Вт} \quad (47)$$

где Δf_s ширина спектра сигнала ДАМ.

Учитывая то, что начальное соотношение сигнал-шум (ОСШ)

$$h_0^2 = \frac{P_s}{P_{ш}} \quad (48)$$

на входе детектора приемника известно, находим мощность сигнала дискретной модуляции, обеспечивающий это ОСШ.

$$P_s = h_0^2 P_{ш} = 17 * 48 = 816 Bm \quad (49)$$

Рассчитаем приходящиеся в среднем на один двоичный символ мощность и амплитуду модулированного сигнала:

$$P_{ДАМ} = \frac{P_s}{2} = 408 Bm \quad (50)$$

$$U_0 = 2\sqrt{P_{ДАМ}} = 40.4 B \quad (51)$$

Пропускная способность НКС характеризует максимально возможную скорость передачи информации по данному каналу. Она определяется:

$$C = \Delta f_s * \log_2(1 + h_0^2) = 8 * 10^4 * 4.17 = 3.3 * 10^5 \frac{\text{бв.ед}}{с} \quad (52)$$

б) построить в масштабе четыре графика функции плотности вероятностей (ФПВ) мгновенных значений и огибающих узкополосной гауссовской помехи (ГПУ) и суммы гармонических сигнала с УГП.

ФПВ мгновенных значений УГП имеет вид гауссовского распределения с числовыми характеристиками $\bar{A} = 0$ - математическое ожидание, $\sigma_{ш}^2 = P_{ш}$ - мощность.

$$W_{УГП}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi P_{ш}}} e^{-\frac{x^2}{2P_{ш}}} \quad (53)$$

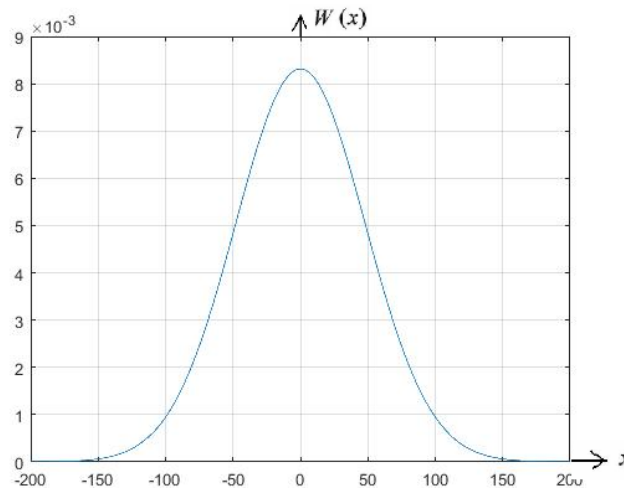


Рисунок 7 График огибающей узкополосной гауссовской помехи.

$$W_{УГП+ГС}(x) = \frac{1}{\pi \sqrt{2\pi P_{ш}}} \int_0^\pi e^{-\frac{(x - U_0 \cos \varphi)^2}{2P_{ш}}} d\varphi \quad (54)$$

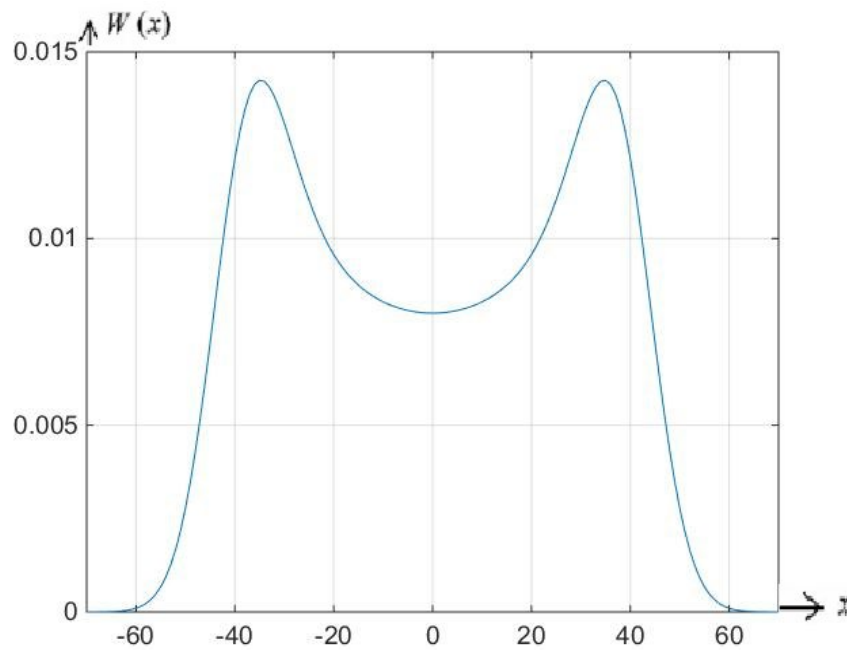


Рисунок 8 График огибающий узкополосной гауссовской помехи и гармонического сигнала.

Огибающая гауссовской помехи распределена по закону Рэлея

$$W_{УП}(x) = \frac{x}{P_{ш}} e^{\frac{x^2}{2P_{ш}}} \quad (55)$$

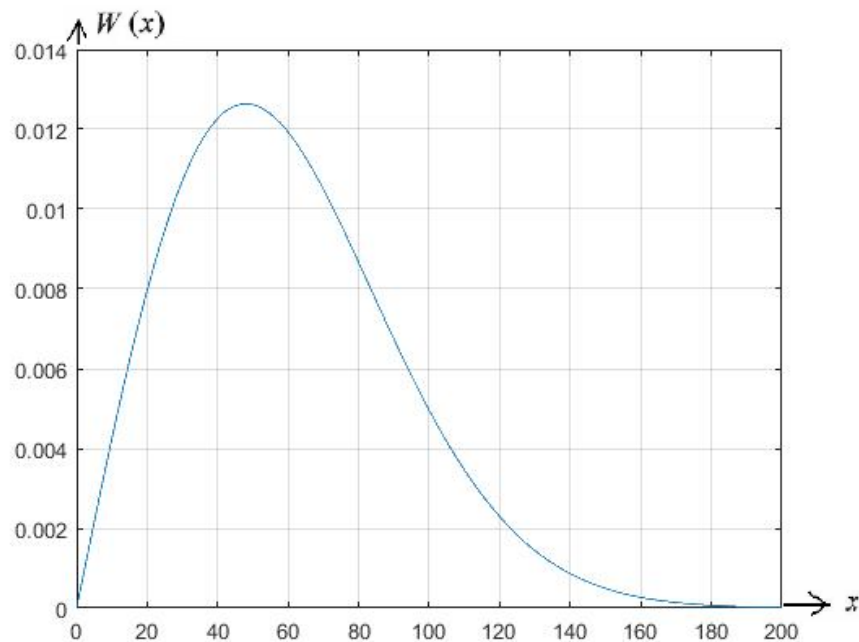


Рисунок 9 График огибающий гауссовской помехи
Огибающая принимаемой суммы гармонического сигнала + УГП подчиняется обобщенному распределению Рэлея:

$$W_{УП+ГС}(x) = \frac{x}{P_{ш}} I_0\left(\frac{\sqrt{2}xh}{\sqrt{P_{ш}}}\right) e^{-\left(\frac{x^2}{2P_{ш}} + h^2\right)} \quad (56)$$

где $I_0(v)$ – модифицированная функция Бесселя нулевого порядка от мнимого аргумента.

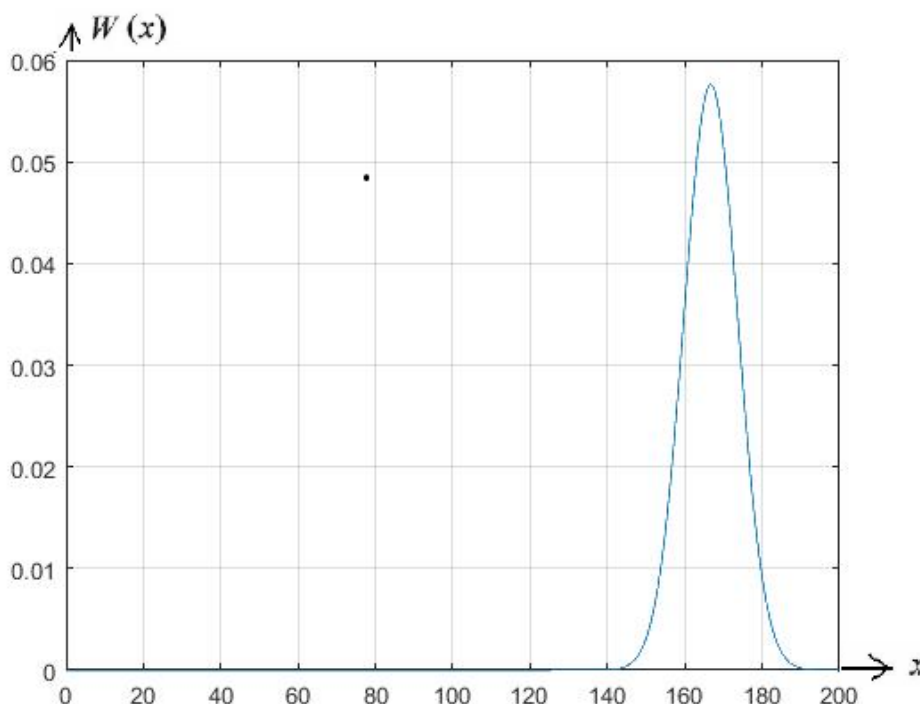


Рисунок 10 График огибающей суммы гармонического сигнала + УГП

1.1.8. С учетом заданного вида приема (детектирования) сигнала дискретной модуляции:

а) рассчитать среднюю вероятность ошибки в двоичном ДКС, скорость передачи информации по двоичному симметричному ДКС, показатель эффективности передачи сигнала дискретной модуляции по НКС.

За количественную меру помехоустойчивости в системах электросвязи принимают среднюю на бит вероятность ошибки:

$$p_{\text{ош.ср}} = p(0)p(1/0) + p(1)p(0/1) \quad (57)$$

При равенствах априорных вероятностей $p(0)=p(1)=0.5$, а та же условных вероятностях $p(1/0) = p(0/1) = p_{\text{ош}}$ (условие симметричности двоичной ДКС), средняя на бит вероятность ошибки равна $p_{\text{ош.ср}} = p_{\text{ош}}$.

$$p_{\text{ош_ДАМ_НП}} = 0.5 * e^{-0.25h^2} = 0.007 \quad (58)$$

Скорость передачи информации по двоичному симметричному ДКС, когда $p(1/0) = p(0/1) = p_{\text{ош}}$ определяется:

$$R_2 = \frac{1}{\tau_u} [1 - H_{\text{ош}}] = \frac{1}{\tau_u} [1 + p_{\text{ош}} \log_2 p_{\text{ош}} + (1 - p_{\text{ош}}) \log_2 (1 - p_{\text{ош}})] \quad (59)$$

$$R_2 = \frac{1}{0.000042} [1 + 0.007 \log_2 0.007 + 0.993 \log_2 0.993] = 2.24 * 10^4 \frac{\text{бит}}{\text{с}} \quad (60)$$

Так как вероятность ошибок $p_{\text{ош}}$ для различных видов сигналов зависят от h^2 на входе детектора, то и R_2 зависит от ОСШ. Для сравнения скорости $R_2 = \Psi(h^2)$ при данном виде модуляции и способе приема с пропускной способностью НКС $C = \Psi_1(h^2)$ вводят показатель эффективности:

$$\Theta = \frac{R_2}{C} = \frac{2.24 * 10^4}{3.3 * 10^5} = 0.068 \quad (61)$$

Б) изобразить схему приемника сигналов дискретной модуляции и коротко описать принцип его работы, пояснить случай, когда он выносит ошибочное решение.



Рисунок 11 Приемник сигналов ДАМ

Амплитудный детектор, представляет собой нелинейный преобразователь и ФНЧ, выделяет огибающую принимаемого сигнала ДАМ, прошедшего полосовой фильтр с эффективной полосой пропускания равной $\Delta f_{S, ДАМ}$. К дискретизатору подводится отклик детектора $U(t)$ и последовательность дискретизирующих импульсов $\delta_{\tau_u}(t)$ с периодом τ_u , которые необходимы для взятия отсчета в середине посылки длительностью τ_u . В РУ (решающем устройстве) отсчеты U_k сравниваются с пороговым напряжением a_0 и принимается решение- передана 1, если $U_k \geq a_0$, или передан 0, если $U_k < a_0$. Под действием помех в канале связи амплитуда сигнала изменяется и РУ может ошибаться: при передаче 0 принимать 1 или же при передаче 1 принимать 0.

ПРИЛОЖЕНИЕ №3

Лабораторные работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	1	Лабораторный стенд и вспомогательное оборудование	2
2	1	Преобразование периодического сигнала в нелинейной цепи	2
3	1	Временная дискретизация и восстановление непрерывных сигналов	2
4	1	Вероятностные и числовые характеристики случайных процессов (сигналов)	2
5	1	Формирование сигналов амплитудной модуляции	2
6	1	Детектирование сигналов амплитудной модуляции	2
7	1	Формирование и детектирование сигналов угловой модуляции	2
8	1	Преобразование случайных процессов в безынерционной нелинейной цепи	2
9	2	Анализ и эмпирический синтез цифровых фильтров	2
10	2	Цифровое представление и регенерация сигналов	2
11	2	Информация и энтропия дискретных сообщений	2
12	2	Эффективное кодирование дискретных сообщений	2
13	2	Помехоустойчивое кодирование дискретных сообщений	2
14	2	Оптимальная линейная фильтрация детерминированных сигналов	2
15	2	Обнаружение импульсных сигналов в шумах	2
16	2	Помехоустойчивость сигналов дискретной модуляции	2
17	2	Методы временного, частотного и фазового разделения	2

	сигналов	
--	----------	--

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

1. Васюков, В. Н. Общая теория связи : учебник / В. Н. Васюков. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 580 с. — ISBN 978-5-7782-3010-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118258>

2. Аджемов А.С., Санников В.Г. Общая теория связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие. М.: ЭБС МТУСИ, 2019. - 42с. Режим доступа: http://elib.mtuci.ru/catalogue/download.php?book_id=2100

3. Санников В.Г. Основы теории систем инфокоммуникаций. Учебное пособие. / В.Г. Санников – М: Горячая линия-Телеком, 2017. -175 с. ЭБС МТУСИ. http://elib.mtuci.ru/catalogue/author_book.php?r=239

6.2 Дополнительная литература

1. Санников В.Г. Основы теории систем инфокоммуникаций. Учебное пособие. / В.Г. Санников – М: Горячая линия-Телеком, 2017. -175 с. ЭБС МТУСИ. <http://elib.mtuci.ru/catalogue/index.php>

2. Каганов В.И. Основы радиоэлектроники и связи: Учеб. пособие для вузов. / В.И. Каганов, В.К. Битюков – М.: Горячая линия-Телеком, 2012, - 542 с. ЭБС МТУСИ. <http://elib.mtuci.ru/catalogue/index.php>

3. Сухоруков А.С. Теория цифровой связи: Учебное пособие. Часть 2. /А.С. Сухоруков.-М.: МТУСИ, 2008. -53 с. ЭБС МТУСИ

6.3 Периодические издания

Не предусмотрены

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. ЭБС издательства «Лань»: <http://www.e.lanbook.com/>
2. ЭБС IPRbooks: <http://iprbookshop.ru>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://elibrary.ru/>
4. ЭБС POLPRED.COM: <https://polpred.com/>
5. Российская государственная библиотека (РГБ): <https://www.rsl.ru/>
6. Российская национальная библиотека (РНБ): <http://nlr.ru/>
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ): <http://www.gpntb.ru/>
8. Президентская библиотека: <https://www.prlib.ru/>
9. Российский фонд фундаментальных исследований: <https://podpiska.rfbr.ru/>
10. Информационная система «Регламент»: <https://www.reglament.pro/>

11. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
12. Росстандарт: <http://www.gost.ru/>
13. Сайт Европейской организации по стандартизации (ETSI): <http://www.etsi.org>
14. Сайт Международного союза электросвязи: <http://www.itu.int>

8. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. ОС Astra Linux Common Edition релиз «Орел» (свободно распространяемое ПО);
2. 7-Zip (свободно распространяемое ПО);
3. Mozilla Firefox (свободно распространяемое ПО);
4. Foxit Reader (свободно распространяемое ПО);
5. Yandex Browser (свободно распространяемое ПО);
6. VSCodium (свободно распространяемое ПО);
7. Pinta (свободно распространяемое ПО);
8. Adobe Reader (свободно распространяемое ПО);
9. LibreOffice (свободно распространяемое ПО).

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

2. Учебная аудитория для проведения практических занятий, выполнения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины и оснащенная: Стенды учебно-лабораторные, Контрольно-измерительная аппаратура для измерения амплитуды и формы сигналов, Генераторы сигналов с заданными параметрами, Комплекс «Теория электрической связи», стенд «Изучение ИКМ-кодека», стенд «Телекоммуникационные линии связи», стенд «Изучение принципов временного разделения каналов», стенд «Компоненты ВОЛС», измерительные приборы общепромышленного назначения.

3. Учебная аудитория для проведения консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная компьютерной техникой.

4. Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МТУСИ и в электронно-библиотечную систему МТУСИ.

10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

1. Виды самостоятельной работы, объём, порядок их выполнения и контроля приведены в п.4 рабочей программы.

2. В курсе ОТС рассматриваются сложные для понимания обучающимися вопросы оптимального построения систем связи, поэтому последовательность изучения теоретических положений следует четко увязывать с графиком выполнения лабораторного практикума и практических занятий.

3. Порядок и характер представления материалов по ряду разделов дисциплины следует согласовать с изложением материала по специальным дисциплинам, изучаемым параллельно.

4. В качестве текущего контроля знаний обучающимся рекомендуется использовать компьютерное тестирование по разделам курса (пробное тестирование) и сдача зачета по результатам каждой лабораторной работы.

5. Дополнительные рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся приводятся в методических рекомендациях по выполнению конкретных лабораторных работ и упражнений.

6. В начале семестра обучающиеся получают информацию о перечне ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. Директора ВВФ МТУСИ по УМО

С.А. Маринин

«__» _____ 2022 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

«Общая теория связи»

Направление: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль): Инфокоммуникационные системы и сети

Форма обучения: Очная, заочная. Рабочая программа действует без изменений.

Разработчик (и): к.т.н. Тылес М.Г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ИКиПД,
протокол № 7 от 28 августа 2022 года

И.о. заведующий кафедрой



Мазниченко В.В.