

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретических основ радиотехники

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталеv В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Общая теория связи

Образовательная программа: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи ,
профиль: Многоканальные телекоммуникационные системы

Курс: 2 3, семестры : 4 5

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр	
№	Вид деятельности	4	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5	5
2	Всего часов	180	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	100	81
4	Лекции, час.	36	36
5	Практические занятия, час.	36	18
6	Лабораторные занятия, час.	18	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	21	15
8	Аттестация, час.	2	2
9	Консультации, час.	8	7
10	Самостоятельная работа, час.	80	99
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ контр.	КР контр.
12	Вид аттестации	Э	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ФГОС введен в действие приказом №174 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 27.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ТОР, протокол заседания кафедры №3 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Васюков В. Н.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Спектор А. А.

Ответственный за образовательную программу:

декан Хрусталева В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением инфокоммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; в части следующих результатов обучения:
з2. знать теоретические основы методов решения стандартных задач представления, кодирования, передачи, приема и обработки сигналов с учетом требований информационной безопасности
у2. уметь решать стандартные задачи представления, кодирования, передачи, приема и обработки сигналов с применением инфокоммуникационных технологий

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
---	---------------------------

Общая теория связи

ОПК.2.з2 знать теоретические основы методов решения стандартных задач представления, кодирования, передачи, приема и обработки сигналов с учетом требований информационной безопасности	
1.методы математического описания сигналов электрической связи и измерения их характеристик	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2.математические модели для представления сигналов в конечных и счетных базисах	Лекции; Самостоятельная работа
3.методы представления сигналов в несчетных базисах	Лекции; Самостоятельная работа
4.методы математического описания линейных преобразований сигналов в цепях и каналах связи	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
5.свойства рядов Фурье и интеграла Фурье	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
6.принципы дискретизации сигналов	Лекции; Практические занятия
7.методы описания узкополосных сигналов на основе понятия аналитического сигнала	Лекции
8.основные характеристики случайных процессов	Лекции; Практические занятия
9.методы преобразования сигналов в линейных стационарных цепях	Лекции; Лабораторные работы
10.методы анализа случайных процессов в линейных цепях	Лекции; Практические занятия
11.методы преобразования сигналов в нелинейных и нестационарных цепях	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
12.методы получения и детектирования амплитудно-модулированных колебаний	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
13.методы получения и детектирования колебаний с угловой модуляцией	Лекции; Практические занятия
14.методы получения и детектирования колебаний с дискретной и импульсной модуляцией	Лекции; Практические занятия
15.математические модели каналов связи	Лекции
16.методы анализа цепей с обратной связью	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
17.принципы построения автогенераторов	Лекции; Лабораторные работы
18.основы теории информации	Лекции; Практические занятия
19.основы теории кодирования	Лекции; Практические занятия
20.основы теории помехоустойчивости	Лекции; Практические занятия
21.принципы цифровой обработки сигналов	Лекции; Практические занятия
22.принципы многоканальной связи	Лекции

23.принципы построения сетей связи	Лекции
24.методы анализа эффективности систем связи, современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем	Лекции
ОПК.2.у2 уметь решать стандартные задачи представления, кодирования, передачи, приема и обработки сигналов с применением инфокоммуникационных технологий	
25.применять математические методы для описания сигналов и цепей	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
26.определять характеристики сигналов и их изменение при преобразовании в цепях и каналах связи	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
27.рассчитывать параметры модуляции и демодуляции, показатели помехоустойчивости сигналов и систем, пропускную способность каналов связи	Практические занятия; Лабораторные работы
28.расчета и измерения характеристик сигналов и помех, показателей эффективности устройств и систем связи	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 4			
Дидактическая единица: Сообщения, сигналы и помехи			
1. Общие сведения о системах электросвязи. Информация, сообщение, сигнал. Кодирование. Модуляция. Структура системы связи. Объем сигнала и емкость канала. Многоканальные системы связи. Помехи и искажения в канале. Основные характеристики систем связи	0	2	1
Дидактическая единица: Математические модели сообщений, сигналов и помех			
2. Математические модели сообщений, сигналов и помех. Базовая модель сигнала - функция времени. Динамическое представление сигналов. Аксиомы линейного пространства	0	2	1, 2, 25
3. Метрика. Норма. Скалярное произведение. Базисы. Процедура Грама-Шмидта. Обобщенный ряд Фурье. Спектральный анализ и синтез. Равенство Парсеваля, обобщенная формула Рэлея	0	2	1, 2
4. Непрерывные представления сигналов. Ядро. Спектральная плотность. "Естественное" представление сигнала	0	2	1, 2, 4
5. Линейные преобразования сигналов. Оператор цепи. Конечномерный и бесконечномерный линейные операторы. Стационарный оператор (инвариантный к сдвигу по времени). Свертка (интеграл Дюамеля). Импульсная характеристика. Собственные функции. Комплексная частотная характеристика. Импульсная характеристика как "равнодействующая" откликов на все базисные собственные функции.	0	2	1, 4
6. Ряд Фурье по вещественным и комплексным гармоническим функциям. Амплитудный и фазовый спектры. Преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье.	0	2	1, 2, 25, 26, 28, 3, 5

7. Дискретизация сигналов. Представление аналогового сигнала с финитной спектральной плотностью последовательностью его мгновенных значений. Теорема отсчетов. Восстановление аналогового сигнала по отсчетам. Условия практического использования теоремы отсчетов	0	2	26, 6
8. Аналитический сигнал. Квадратурные компоненты. Преобразование Гильберта. Принципы анализа прохождения узкополосных и широкополосных сигналов через ЧИЦ на основе комплексной огибающей	0	2	1, 3, 7
9. Случайные процессы и их основные характеристики. Случайная величина. Плотность вероятности и функция распределения. Числовые характеристики. Совместная ПРВ	0	2	1, 10
10. Стационарные случайные процессы. Эргодические процессы.	0	2	10, 25, 28, 3, 7, 8
11. Узкополосные СП. Вероятностные характеристики огибающей и фазы узкополосного гауссовского СП. Корреляционная функция узкополосного СП	0	2	10, 26, 28, 7, 8
Дидактическая единица: Методы формирования и преобразования сигналов			
12. Принципы модуляции и демодуляции. Линейные нестационарные и нелинейные цепи - трансформация спектра гармонического колебания. Преобразование частоты. Умножение частоты.	0	2	11, 12
13. Амплитудная модуляция и детектирование АМ-сигналов. Условия неискаженной АМ. Балансная и однополосная АМ.	0	2	11, 12
14. Угловая модуляция и детектирование УМ-сигналов. Спектр колебания с угловой модуляцией при малом и большом индексе модуляции. Частотная и фазовая модуляция. Детектирование ЧМ- и ФМ-сигналов	0	2	11, 13
15. Формирование и детектирование сигналов, модулированных дискретными со-общениями. Цифровая амплитудная модуляция. Цифровая фазовая модуляция. Цифровая частотная модуляция	0	2	1, 14
16. Модуляция и детектирование при импульсном переносчике. Модуляция периодической последовательности видеоимпульсов - АИМ, ДИМ(ШИМ), ЧИМ, ВИМ. Модуляция периодической последовательности радиоимпульсов - ВИМ-АМ (ВВИМ), ВЧИМ, ВФИМ.	0	2	11, 14
Дидактическая единица: Каналы электросвязи			
17. Математические модели каналов связи. Общие сведения о каналах связи. Ли-нейные и нелинейные модели каналов связи. Преобразование сигналов в ли-нейных и нелинейных каналах. Преобразование детерминированных сигналов в детерминированных линейных каналах.	0	2	10, 11, 15, 9
18. Обратная связь. Цепи с ОС. Влияние ОС на характеристики канала.	0	2	15, 16, 17, 25
Семестр: 5			
Дидактическая единица: Теория передачи и кодирования сообщений			

19. Основы теории информации. Информация и энтропия. Энтропия дискретного источника без памяти. Производительность источника. Условная энтропия. Совместная энтропия	0	2	18
20. Передача дискретных сообщений по каналам связи. Количество информации, передаваемое по каналу без шума и с шумом. Избыточность сообщений и эко-номное кодирование.	0	2	18
21. Кодирование дискретного источника. Коды Шеннона-Фано и Хаффмана. Средняя длина кодового слова. Энтропия и избыточность кодов	0	2	18
22. Помехоустойчивое кодирование. Понятие о помехоустойчивых кодах. Линейные блочные коды. Коды Хэмминга	0	2	18, 19
Дидактическая единица: Помехоустойчивость			
23. Основы теории помехоустойчивости. Задача построения оптимального цифрового демодулятора. Проверка простых гипотез. Критерий Байеса. Отношение правдоподобия	0	2	20
24. Оптимальный прием известного сигнала. Когерентный прием. Отношение правдоподобия	0	2	10, 20
25. Оптимальный прием не полностью известного сигнала. Некогерентный прием. Отношение правдоподобия	0	2	20, 25
26. Согласованная фильтрация. Накопление как средство повышения помехоустойчивости. Согласованный фильтр - импульсная и частотная характеристики. Реализация СФ	0	2	10, 18, 8
27. Потенциальная помехоустойчивость. Помехоустойчивость когерентного и некогерентного приема. Отношение правдоподобия. Квазиоптимальный прием	0	2	20, 7, 8
28. Информативность непрерывных сообщений. Дифференциальная энтропия.	0	2	18, 20
29. Прием непрерывных сообщений. Оценка постоянных параметров. Фильтрация непрерывных сообщений. Фильтры Винера и Калмана (понятие)	0	2	10, 18, 20
30. Передача непрерывных сообщений по цифровым каналам. Преобразование непрерывных сообщений в цифровые сигналы. Кодирование и декодирование. ИКМ. Кодирование с предсказанием. ДИКМ, дельта-модуляция	0	2	15, 20
Дидактическая единица: Многоканальная связь и распределение информации			
31. Принципы многоканальной связи. Разделение каналов. Принципы построения сетей связи	0	2	15, 22, 23, 25
Дидактическая единица: Алгоритмы цифровой обработки сигналов			
32. Принципы цифровой обработки сигналов. Дискретные и цифровые сигналы. Дискретные цепи. Разностные уравнения и передаточные функции линейных стационарных дискретных цепей.	0	2	21
33. Цифровые фильтры. Разностные уравнения. Трансверсальные и рекурсивные фильтры. Методы построения цифровых фильтров. Аппаратурная и программ-ная реализация цифровых фильтров.	0	2	21, 25
34. z-Преобразование. Анализ устойчивости дискретных линейных инвариантных к сдвигу цепей.	0	2	16, 21
Дидактическая единица: Теоретико-информационная концепция криптозащиты сообщений в телекоммуникационных системах			

35. Понятие о шифровании и дешифровании сообщений. Примеры шифров. Теоретико-информационные основы криптографии	0	2	18
Дидактическая единица: Эффективность систем связи			
36. Эффективность и оптимизация систем связи. Характеристики эффективности СПИ. Выбор сигналов и корректирующих кодов. Сжатие данных. Оптимизация СПИ.	0	2	24

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Сообщения, сигналы и помехи				
1. Дискретные (компьютерные) измерительные приборы и технология измерений в виртуальных и реальных схемах	1	4	1, 4	Ознакомление с основными параметрами сигналов и систем связи, приобретение навыков измерения их характеристик.
Дидактическая единица: Математические модели сообщений, сигналов и помех				
2. RC-фильтры нижних и верхних частот	1	4	26, 5, 9	Изучение методов описания и измерения характеристик линейных частотно-избирательных цепей
3. Случайные процессы и их характеристики	1	4	1, 25, 26	Изучение методов описания и измерения параметров и характеристик случайных процессов
Дидактическая единица: Методы формирования и преобразования сигналов				
4. Прохождение сигналов через частотно-избирательные цепи	0	6	26, 4, 5	Изучение закономерностей воздействия сигналов на ЧИЦ
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Теория передачи и кодирования сообщений				
5. Нелинейное усиление и умножение частоты	1	4	11, 28	Изучение преобразования спектра сигналов при нелинейных преобразованиях типа нелинейного усиления и умножения частоты
6. Амплитудная модуляция	1	4	12, 27	Изучение свойств сигналов и их преобразований при модуляции
7. Детектирование АМ-колебаний	1	4	12, 27	Изучение свойств сигналов и их преобразований при демодуляции
8. LC- генератор гармонических колебаний	3	6	16, 17, 26	Изучение принципов генерирования колебаний

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Сообщения, сигналы и помехи				

1. Характеристики сигналов и систем связи	1	2	1, 25, 28	Ознакомление с основными параметрами сигналов и систем связи и приобретение навыков их расчёта
Дидактическая единица: Математические модели сообщений, сигналов и помех				
2. Математические модели сигналов	3	6	25, 26	Составление математических моделей по заданным сигналам и воспроизведение сигналов по их моделям
3. Корреляционно-спектральные характеристики детерминированных сигналов	1	2	1, 25, 26	Вычисление корреляционно-спектральных характеристик детерминированных сигналов
4. Анализ ЛИС-цепей при воздействии детерминированных сигналов (временной метод)	1	2	26, 4	Изучение временного метода анализа линейных стационарных цепей
5. Разложение сигналов в ортогональных базисах	1	2	1, 26	Изучение ортогональных базисов, методов анализа и синтеза сигналов
6. Преобразование детерминированных сигналов в линейных цепях	1	2	1, 26, 4, 5	Изучение спектрального и операторного методов анализа линейных стационарных цепей
7. Дискретизация сигналов	1	2	25, 6	Изучение условий применимости теоремы отсчетов (выбор шага дискретизации и т.п.) и точного восстановления сигнала
8. Случайные величины и процессы	3	6	10, 28, 8	Изучение методов описания СВ и СП
Дидактическая единица: Методы формирования и преобразования сигналов				
9. Параметрические цепи	1	2	1, 25, 27	Изучение преобразований сигналов в линейных нестационарных цепях
10. Нелинейные цепи	1	2	1, 11, 26	Изучение методов аппроксимации характеристик безынерционных нелинейных цепей
11. Амплитудная модуляция	1	2	12, 27, 28	Изучение амплитудно-модулированных колебаний
12. Частотная модуляция	1	2	1, 13, 27	Изучение частотно-модулированных колебаний
13. Фазовая модуляция	1	2	13, 27	Изучение фазомодулированных колебаний
20. Импульсная модуляция	1	2	14, 27	Изучение модулированных колебаний при импульсном переносе
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Каналы электросвязи				
14. Цепи с обратной связью	1	2	16, 26	Анализ устойчивости цепей с обратной связью
Дидактическая единица: Теория передачи и кодирования сообщений				

15. Основы теории информации	2	4	18	Изучение основных понятий теории информации, энтропии, взаимной информации
16. Кодирование дискретного источника	1	2	19	Изучение методов эффективного кодирования
17. Изучение методов помехоустойчивого кодирования	1	2	19, 28	Изучение методов помехоустойчивого кодирования
Дидактическая единица: Помехоустойчивость				
18. Оптимальный прием дискретных сообщений	1	2	20	Изучение методов проверки статистических гипотез применительно к приему дискретных сообщений
19. Прием непрерывных сообщений. Оценка параметров	1	2	20	Изучение методов оценивания параметров непрерывных сообщений
Дидактическая единица: Алгоритмы цифровой обработки сигналов				
21. Дискретная свёртка. Разностные уравнения дискретных ЛИС-цепей	1	2	21	Изучение дискретной свёртки и разностных уравнений ЛИС-цепей
22. z-Преобразование.	1	2	16, 21, 25	Применение z-преобразования для расчёта характеристик цепей и анализа их устойчивости

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 4				
1	Контрольные работы	1, 2, 3	10	0
Решение задач: Васюков В. Н. Теория электрической связи : сборник задач / В. Н. Васюков, К. В. Новиков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 42, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_vasyukov.rar Васюков В. Н. Общая теория связи. Сборник задач и упражнений : учебное пособие / В. Н. Васюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 70, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216634				
2	РГЗ	1, 2, 3	20	2
Решение задач: Васюков В. Н. Теория электрической связи : сборник задач / В. Н. Васюков, К. В. Новиков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 42, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_vasyukov.rar Васюков В. Н. Общая теория связи. Сборник задач и упражнений : учебное пособие / В. Н. Васюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 70, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216634				
3	Подготовка к занятиям	1, 2, 3	30	4
Проработка теоретического материала по конспекту лекций и с использованием литературы: Васюков В. Н. Общая теория связи. Сборник задач и упражнений : учебное пособие / В. Н. Васюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 70, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216634				
4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3	20	2

Повторение пройденного материала: Васюков В. Н. Теория электрической связи : сборник задач / В. Н. Васюков, К. В. Новиков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 42, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_vasyukov.rar Васюков В. Н. Общая теория связи. Сборник задач и упражнений : учебное пособие / В. Н. Васюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 70, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216634

Семестр: 5

1	Контрольные работы	1, 2, 3	10	0
Решение задач: Теория электрической связи : рабочая программа и контрольные задания для 3 курса заочного отделения факультета Радиотехники, электроники и физики специальности 201200 - Средства связи с подвижными объектами, 201000 - Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Н. Васюков]. - Новосибирск, 2004. - 27 с. Яковлев А. Н. Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях в примерах, упражнениях и заданиях [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. Н. Яковлев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202962 . - Загл. с экрана.				
2	Курсовая работа	1, 2, 3	40	4
Выполнение комплексного задания: Теория электрической связи : задание и методические указания к курсовой работе для 3 курса по специальностям 210402 - "Средства связи с подвижными объектами", 210404 - "Многоканальные телекоммуникационные системы", 210405 - "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Н. Васюков]. - Новосибирск, 2008. - 22, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087218				
3	Подготовка к занятиям	1, 2, 3	33	1
Проработка теоретического материала по конспекту лекций и с использованием литературы: Теория электрической связи : рабочая программа и контрольные задания для 3 курса заочного отделения факультета Радиотехники, электроники и физики специальности 201200 - Средства связи с подвижными объектами, 201000 - Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Н. Васюков]. - Новосибирск, 2004. - 27 с. Яковлев А. Н. Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях в примерах, упражнениях и заданиях [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. Н. Яковлев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202962 . - Загл. с экрана.				
4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3	16	2
Повторение пройденного материала: Теория электрической связи : рабочая программа и контрольные задания для 3 курса заочного отделения факультета Радиотехники, электроники и физики специальности 201200 - Средства связи с подвижными объектами, 201000 - Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Н. Васюков]. - Новосибирск, 2004. - 27 с. Яковлев А. Н. Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях в примерах, упражнениях и заданиях [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. Н. Яковлев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202962 . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Личный типовой сайт: http://ciu.nstu.ru/kaf/persons/424 ; Портал НГТУ: www.nstu.ru
Консультирование	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт: http://ciu.nstu.ru/kaf/persons/424

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Тренинг-семинар	ОПК.2;
Формируемые умения: з2. знать теоретические основы методов решения стандартных задач представления, кодирования, передачи, приема и обработки сигналов с учетом требований информационной безопасности		
Краткое описание применения: Практические и лабораторные занятия проходят в форме активного обмена информацией		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 4		
Лабораторная №1: Выполнение и защита	3	5
Лабораторная №2: Выполнение и защита	3	5
Лабораторная №3: Выполнение и защита	3	5
Лабораторная №4: Выполнение и защита	3	5
Контрольные работы: Контроль текущей успеваемости	11	20
РГЗ: Выполнение и защита	12	20
Экзамен:	15	40
Семестр: 5		
Лабораторная №1: Выполнение и защита	3	5
Лабораторная №2: Выполнение и защита	3	5
Лабораторная №3: Выполнение и защита	3	5
Лабораторная №4: Выполнение и защита	3	5
Контрольные работы: Контроль текущей успеваемости	23	40
Курсовая работа:	0	100
Экзамен:	15	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля			
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Защита КП/КР	Экзамен
ОПК.2	з2. знать теоретические основы методов решения стандартных задач представления, кодирования, передачи, приема и обработки сигналов с учетом требований информационной безопасности	+	+	+	+

	у2. уметь решать стандартные задачи представления, кодирования, передачи, приема и обработки сигналов с применением инфокоммуникационных технологий	+	+		
--	---	---	---	--	--

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Васюков В. Н. Теория электрической связи : [учебник] / В. Н. Васюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 391 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000049622
2. Радиотехнические цепи и сигналы. Лабораторный практикум : учебное пособие / [В. Я. Баскей и др.] ; под ред. А. Н. Яковлева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 110, [2] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190020

Дополнительная литература

1. Теория электрической связи : учебник для вузов / [А. Г. Зюко, Д. Д. Кловский, В. И. Коржик, М. В. Назаров] ; под ред. Д. Д. Кловского. - М., 1999. - 433 с. : ил.
2. Акулиничев Ю. П. Теория электрической связи : [учебное пособие по направлению 210400 - "Телекоммуникация"] / Ю. П. Акулиничев. - СПб. [и др.], 2010. - 232, [1] с. : ил., табл.
3. Биккенин Р. Р. Теория электрической связи : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Телекоммуникации"] / Р. Р. Биккенин, М. Н. Чесноков. - М., 2010. - 327, [1] с. : ил., табл.
4. Радиотехнические цепи и сигналы. Задачи и задания : учебное пособие [для 2-3 курсов радиотехнических специальностей] / В. Я. Баскей и др.] ; под ред. А. Н. Яковлева. - Новосибирск, 2002. - 347 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000018396
5. Радиотехнические цепи и сигналы. Лабораторные работы : учебное пособие / [В. Я. Баскей и др.] ; под ред. А. Н. Яковлева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 166, [1] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/baskei.pdf>

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Васюков В. Н. Общая теория связи. Сборник задач и упражнений : учебное пособие / В. Н. Васюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 70, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216634
2. Теория электрической связи : задание и методические указания к курсовой работе для 3 курса по специальностям 210402 - "Средства связи с подвижными объектами", 210404 - "Многоканальные телекоммуникационные системы", 210405 - "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Н. Васюков]. - Новосибирск, 2008. - 22, [1] с. : табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087218

3. Теория электрической связи : рабочая программа и контрольные задания для 3 курса заочного отделения факультета Радиотехники, электроники и физики специальности 201200 - Средства связи с подвижными объектами, 201000 - Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Н. Васюков]. - Новосибирск, 2004. - 27 с.
4. Васюков В. Н. Теория электрической связи : сборник задач / В. Н. Васюков, К. В. Новиков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 42, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_vasyukov.rar
5. Яковлев А. Н. Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях в примерах, упражнениях и заданиях [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. Н. Яковлев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202962. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 National Instruments

9. Материально-техническое обеспечение

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Учебная лаборатория "Станция NIELVIS" 8 комплектов	Изучение цепей и сигналов, применяемых в системах связи

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретических основ радиотехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталев
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая теория связи

Образовательная программа: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
, профиль: Многоканальные телекоммуникационные системы

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Общая теория связи** приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.2 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением инфокоммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	32. знать теоретические основы методов решения стандартных задач представления, кодирования, передачи, приема и обработки сигналов с учетом требований информационной безопасности	ЛС- генератор гармонических колебаний z-Преобразование. z-Преобразование. Анализ устойчивости дискретных линейных инвариантных к сдвигу цепей. Анализ ЛИС-цепей при воздействии детерминированных сигналов (временной метод) Аналитический сигнал. Квадратурные компоненты. Преобразование Гильберта. Принципы анализа прохождения узкополосных и широкополосных сигналов через ЧИЦ на основе комплексной огибающей Дискретизация сигналов Дискретизация сигналов. Представление аналогового сигнала с финитной спектральной плотностью последовательностью его мгновенных значений. Теорема отсчетов. Восстановление аналогового сигнала по отсчетам. Условия практического использования теоремы отсчетов Дискретная свёртка. Разностные уравнения дискретных ЛИС-цепей Кодирование дискретного источника Кодирование дискретного источника. Коды Шеннона-Фано и Хаффмана. Средняя длина кодового слова. Энтропия и избыточность кодов Линейные преобразования сигналов. Оператор цепи. Конечномерный и бесконечномерный линейные операторы. Стационарный оператор (инвариантный к сдвигу по времени). Свертка (интеграл Дюамеля). Импульсная характеристика. Собственные функции. Комплексная частотная характеристика. Импульсная характеристика как "равнодействующая" откликов	Контрольные работы (1, 2 семестры), РГЗ (1 семестр), Курсовая работа (2 семестр)	Экзамен (1, 2 семестры)

		на все базисные собственные функции. Математические модели каналов связи. Общие сведения о каналах связи. Линейные и нелинейные модели каналов связи. Преобразование сигналов в линейных и нелинейных каналах. Преобразование детерминированных сигналов в детерминированных линейных каналах. Математические модели сообщений, сигналов и помех. Базовая модель сигнала - функция времени. Динамическое представление сигналов. Аксиомы линейного пространства Метрика. Норма. Скалярное произведение. Базисы. Процедура Грама-Шмидта. Обобщенный ряд Фурье. Спектральный анализ и синтез. Равенство Парсеваля, обобщенная формула Рэлея Модуляция и детектирование при импульсном переносчике. Модуляция периодической последовательности видеоимпульсов -АИМ, ДИМ(ШИМ), ЧИМ, ВИМ. Модуляция периодической последовательности радиоимпульсов - ВИМ-АМ (ВВИМ), ВЧИМ, ВФИМ. Непрерывные представления сигналов. Ядро. Спектральная плотность. "Естественное" представление сигнала Обратная связь. Цепи с ОС. Влияние ОС на характеристики канала. Основы теории информации. Информация и энтропия. Энтропия дискретного источника без памяти. Производительность источника. Условная энтропия. Совместная энтропия Помехоустойчивое кодирование. Понятие о помехоустойчивых кодах. Линейные блочные коды. Коды Хэмминга Преобразование детерминированных сигналов в линейных цепях Принципы многоканальной связи. Разделение каналов. Принципы построения сетей связи Принципы модуляции и демодуляции. Линейные нестационарные и нелинейные цепи - трансформация спектра гармонического колебания. Преобразование частоты. Умножение частоты.		
--	--	---	--	--

		Принципы цифровой обработки сигналов. Дискретные и цифровые сигналы. Дискретные цепи. Разностные уравнения и передаточные функции линейных стационарных дискретных цепей. Прохождение сигналов через частотно-избирательные цепи Ряд Фурье по вещественным и комплексным гармоническим функциям. Амплитудный и фазовый спектры. Преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье. Стационарные случайные процессы. Эргодические процессы. Угловая модуляция и детектирование УМ-сигналов. Спектр колебания с угловой модуляцией при малом и большом индексе модуляции. Частотная и фазовая модуляция. Детектирование ЧМ- и ФМ-сигналов Узкополосные СП. Вероятностные характеристики огибающей и фазы узкополосного гауссовского СП. Корреляционная функция узкополосного СП Фазовая модуляция Цепи с обратной связью Цифровые фильтры. Разностные уравнения. Трансверсальные и рекурсивные фильтры. Методы построения цифровых фильтров. Аппаратурная и программ-ная реализация цифровых фильтров. Частотная модуляция		
ОПК.2	у2. уметь решать стандартные задачи представления, кодирования, передачи, приема и обработки сигналов с применением инфокоммуникационных технологий	Стационарные случайные процессы. Эргодические процессы. Характеристики сигналов и систем связи	РГЗ (1 семестр)	

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2.

Экзамен проводится в устной форме; экзаменуемый выбирает случайным образом билет, содержащий два вопроса и задачу, после чего в течение 45 минут он готовится к ответу и решает задачу. Во время ответа на вопросы билета и при проверке решения задачи экзаменатор может задавать дополнительные и наводящие вопросы, направленные на возможно более точную оценку глубины и полноты знаний экзаменуемого.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются контрольная работа, курсовая работа. Требования к выполнению контрольной работы, курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы, курсовой работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ОПК.2, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса не освоено или освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Общая теория связи», 4 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1–20, второй вопрос из диапазона вопросов 21–40 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

Министерство образования
и науки РФ

Новосибирский
государственный
технический университет

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

По курсу
Факультет РЭФ

«Общая теория связи»
Курс II

1. Ряд Фурье и интеграл Фурье. Сходство, различие, применение.
2. Амплитудная модуляция гармонического переносчика. Временное и спектральное описание АМ-колебаний при произвольном законе модуляции.
3. Найдите КЧХ цепи с импульсной характеристикой вида

$$h(t) = \begin{cases} (\tau - |t|) / \tau, & |t| \leq \tau; \\ 0 & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (\tau - \text{положительная константа})$$

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0–9 баллов. Баллы к рейтингу не добавляются; экзамен считается не сданным.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 10–19 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 20–34 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 35–40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы суммируются с баллами, полученными студентом в семестре и учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в таблице

Таблица

Таблица				
Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
«Отлично» – работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	98-100	A+	отлично	зачтено
	93-97	A		
	90-92	A-		
«Очень хорошо» – работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	87-89	B+	хорошо	
	83-86	B		
	80-82	B-		
«Хорошо» – уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью,	77-79	C+		

без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	73-76	C		
	70-72	C-	удовлетворительно	
«Удовлетворительно» – уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	67-69	D+	удовлетворительно	зачтено
	63-66	D		
	60-62	D-		
«Посредственно» – работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	E		
«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	25-49	FX	неудовлетворительно	Не зачтено

«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	0-24	F		
---	------	---	--	--

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Общая теория связи»

1. Структура системы связи, линии связи, каналы связи, объём сигнала и ёмкость канала, помехи и искажения в канале.
2. Пространство сигналов. Метрика, норма и скалярное произведение. Базис. Полнота базиса.
3. Равенство Парсеваля, обобщённая формула Рэлея, неравенство Бесселя.
4. Ряды Фурье по комплексным и вещественным гармоническим функциям, объяснение взаимосвязи коэффициентов.
5. Свойства спектров вещественных чётных и нечётных сигналов.
6. Непрерывные представления сигналов, аналогия с обобщённым рядом Фурье. Базисы и ядра.
7. Ряд Фурье и интеграл Фурье. Сходство, различие, применение.
8. Свойства преобразования Фурье.
9. Временное описание линейных инвариантных к сдвигу цепей.
10. Временной метод анализа линейных инвариантных к сдвигу цепей.
11. Частотное описание линейных инвариантных к сдвигу цепей.
12. Спектральный метод анализа линейных инвариантных к сдвигу цепей.
13. Связь импульсной характеристики ЛИС-цепи с её комплексной частотной характеристикой (вывод).
14. АЧХ и ФЧХ. Линейные искажения.
15. Теорема отсчетов – доказательство.
16. Причины невозможности точного восстановления аналогового сигнала по его отсчетам. Источники погрешностей при практическом применении дискретизации.
17. Аналитический сигнал, комплексная огибающая, квадратурные компоненты – вывод, взаимосвязи.
18. Корреляционно-спектральная теория случайных процессов.
19. Воздействие ССП на ЛИС-цепи.
20. Комплексный случайный процесс. Комплексная огибающая и квадратурные компоненты КСП.
21. Авто- и взаимно корреляционные функции квадратурных компонент.
22. Безынерционные преобразования случайных процессов. Моделирование СП с заданным распределением.
23. Распределения огибающей и фазы гауссовского случайного процесса.
24. Методы анализа ЛИС-цепей: обзор методов, взаимосвязи.

25. Линейные нестационарные (параметрические) цепи.
26. Применение параметрических цепей при модуляции, детектировании и преобразовании частоты.
27. Нелинейные элементы и виды аппроксимации их характеристик. Воздействие гармонических и бигармонических колебаний на НЭ.
28. Применение кратных и комбинационных частот. Вредные проявления кратных и комбинационных частот. Нелинейные искажения.
29. Амплитудная модуляция гармонического переносчика. Временное, спектральное и векторное представление АМ-колебаний при гармоническом законе модуляции.
30. Амплитудная модуляция гармонического переносчика. Временное и спектральное описание АМ-колебаний при произвольном законе модуляции.
31. Детектирование АМ-колебаний.
32. Угловая модуляция. Временное и спектральное описание УМ-колебаний при малом индексе.
33. Угловая модуляция. Временное и спектральное описание УМ-колебаний при большом индексе.
34. Детектирование ФМ-колебаний.
35. Детектирование ЧМ-колебаний.
36. Дискретная (цифровая) модуляция. Виды дискретной модуляции, особенности, графики.
37. Межсимвольная интерференция. Выбор формы посылки.
38. Импульсная модуляция. Виды ИМ.
39. Спектральное описание АИМ-колебания.
40. Детектирование сигналов с импульсной модуляцией.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретических основ радиотехники

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Общая теория связи», 4 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по основным темам семестра, включает 12 заданий.

Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если ни одно из заданий не выполнено. Оценка составляет 0 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если выполнены 1–3 задания. Оценка составляет 1–6 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если выполнены 4–10 заданий. Оценка составляет 7–14 баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, выполнены 11–12 заданий. Оценка составляет 15–20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с таблицей

Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
«Отлично» – работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	98-100	A+	отлично	зачтено
	93-97	A		
	90-92	A-		
«Очень хорошо» – работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса	87-89	B+		

освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	83-86	B	хорошо	
	80-82	B-		
«Хорошо» – уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	77-79	C+		
	73-76	C	удовлетворительно	
	70-72	C-		
«Удовлетворительно» – уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	67-69	D+	удовлетворительно	зачтено
	63-66	D		
	60-62	D-		
«Посредственно» – работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	E		

«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	25-49	FX	неудовлетворительно	Не зачтено
«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	0-24	F		

4. Пример варианта контрольной работы

Задача 1. Постройте график функции $r(t) = \sigma(t+1/2) - \sigma(t-1/2)$. Постройте графики сигналов $u(t) = -r(2t)$, $v(t) = 2r(t/2)$. Найдите нормы $\|u\|_2$ и $\|v\|_2$.

Задача 2. Даны сигналы $s(t) = 5e^{-0.5t}$, $t \geq 0$, и $w(t) = \begin{cases} 3, & 1 < t < 3, \\ 0 & \text{в противном случае.} \end{cases}$. Найдите их скалярное произведение (s, w) .

Задача 3. На рис.1 показан график функции Уолша. Найдите соответствующий коэффициент разложения сигнала, показанного на рис. 2.

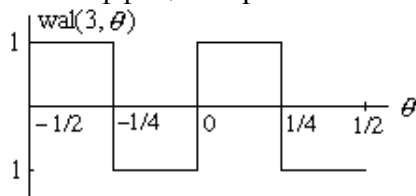


Рис. 1

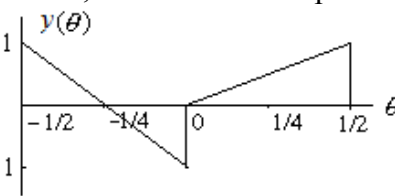


Рис. 2

Задача 4. Найдите 0-й коэффициент разложения в комплексный ряд Фурье функции, заданной на интервале $(-1/2, 1/2)$ и показанной на рис. 2.

Задача 5. Найдите спектральную плотность сигнала $e^{-2t}\sigma(t)$.

Задача 6. Даны сигналы

$$x(t) = \begin{cases} -0.5t & \text{если } -1 < t < 0; \\ 0 & \text{в противном случае;} \end{cases} \quad y(t) = \begin{cases} 2, & \text{если } 0 < t < 1; \\ 0 & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

Найдите их взаимно корреляционную функцию $B_{xy}(\tau)$.

Задача 7. По каналу связи с помехами передается одна из двух кодовых комбинаций 11111 или 00000 с вероятностями соответственно 0,55 и 0,45. Из-за помех в канале каждый символ (1 или 0) может быть принят за другой с вероятностью 0,2 независимо от соседних символов. Определите вероятность того, что будет принята комбинация 10101.

Задача 8. По каналу связи с помехами передается одна из двух кодовых комбинаций 11111 или 00000 с вероятностями соответственно 0,6 и 0,4. Из-за помех в канале каждый символ (1 или 0) может быть принят за другой с вероятностью 0,1 независимо от соседних символов. В приемном устройстве принята комбинация 01011. Определите вероятность того, что была передана комбинация 11111.

Задача 9. Мгновенное значение случайного процесса имеет распределение вероятностей с плотностью вида $w(x) = C \cdot \exp(-0.5|x|)$. Найдите C и постройте графики ПРВ и функции распределения вероятностей (друг под другом в одном масштабе).

Задача 10. Амплитудно-модулированное колебание описывается выражением

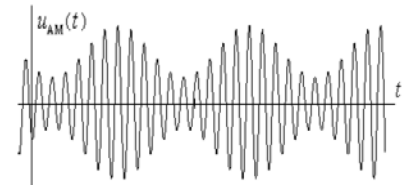
$$u_{AM}(t) = 2 \left[1 + 0.7 \cos(2\pi \cdot 350t - \pi / 6) \right] \cos(2\pi \cdot 350000t + \pi / 4).$$

Постройте векторную (для $t=0$) и спектральные (амплитудную и фазовую) диаграммы. Перечислите все параметры АМ-колебания и их значения.

Задача 11. На рисунке изображён график АМ-колебания. Определите коэффициент модуляции, если огибающая изменяется от 1 до 3

В. Определите амплитуду и среднюю мощность несущего колебания, амплитуду и среднюю мощность одной боковой составляющей.

Постройте векторную и спектральные (амплитудную и фазовую) диаграммы с соблюдением масштаба (начальные фазы несущего и модулирующего колебаний выберите произвольно, но одинаково для векторной и фазовой спектральной диаграмм).



Задача 12. Частотно-модулированное колебание описывается выражением

$$u_{ЧМ}(t) = 3 \cos \left[2\pi \cdot 570000t + 8 \sin(2\pi \cdot 400t + \pi / 6) + \pi / 4 \right].$$

Определите амплитуду, частоту и начальную фазу несущего колебания, вид модулирующего сигнала, индекс модуляции, девиацию частоты, эффективную ширину спектра. Запишите выражения для мгновенной частоты и полной фазы.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Общая теория связи», 4 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны рассчитать характеристики сигналов и цепей в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны провести анализ линейной инвариантной к сдвигу цепи при воздействии детерминированных и случайных сигналов, определить параметры сигналов с амплитудной и угловой модуляцией.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), оценка составляет 0 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если РГЗ(Р) выполнено формально, допущены грубые нарушения правил оформления, работа возвращалась студенту для исправления принципиальных ошибок, после их исправления при защите РГЗ студент отвечает на вопросы с большими затруднениями и неполно. Оценка составляет 12–13_баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если студентом были допущены незначительные нарушения правил оформления, в расчётах были допущены незначительные ошибки, впоследствии исправленные, при защите студент даёт в целом правильные, но неполные ответы на вопросы преподавателя. Оценка составляет 14–18 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если РГЗ(Р) выполнено своевременно, оформлено в соответствии с правилами, ошибки отсутствуют, на защите студент даёт на все вопросы полные и исчерпывающие ответы, свидетельствующие о полном понимании и самостоятельном выполнении работы. Оценка составляет 19–20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с таблицей

Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
«Отлично» – работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	98-100	A+	отлично	зачтено
	93-97	A		
	90-92	A-		

«Очень хорошо» – работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	87-89	B+	хорошо	
	83-86	B		
	80-82	B-		
«Хорошо» – уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	77-79	C+		
	73-76	C		
	70-72	C-	удовлетворительно	
«Удовлетворительно» – уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	67-69	D+	удовлетворительно	зачтено
	63-66	D		
	60-62	D-		
«Посредственно» – работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	E		

«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	25-49	FX	неудовлетворительно	Не зачтено
«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	0-24	F		

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Варианты РГЗ приведены в учебно-методическом пособии, представленном в списке литературы по дисциплине. (Общая теория связи : учебно-методическое пособие к расчетно-графическим работам для 2 курса по направлению 11.03.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Н. Васюков, Д. О. Соколова]. - Новосибирск, 2016. - 26, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000227976.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Общая теория связи», 5 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1–20, второй вопрос из диапазона вопросов 21–40 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

Министерство образования
и науки РФ

Новосибирский
государственный
технический университет

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

По курсу
Факультет РЭФ

«Общая теория связи»
Курс III

1. Взаимная информация входа и выхода дискретного канала связи. Связь с условной энтропией и со скоростью передачи информации.
2. Пропускная способность канала связи (определение и смысл). Пропускная способность дискретного симметричного канала без памяти (вывод).
3. Фильтр описывается разностным уравнением

$$y[n] = 0.4x[n] + 0.5y[n-1] - 0.7y[n-2].$$

Изобразите структурную схему. Запишите передаточную функцию. Постройте нуль-полосную диаграмму. Оцените устойчивость фильтра.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0–9 баллов. Баллы к рейтингу не добавляются; экзамен считается не сданным.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 10–19 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при

ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 20–34 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 35–40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы суммируются с баллами, полученными студентом в семестре и учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в таблице

Таблица

Таблица				
Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
«Отлично» – работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	98-100	A+	отлично	зачтено
	93-97	A		
	90-92	A-		
«Очень хорошо» – работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	87-89	B+		
	83-86	B		
	80-82	B-		
«Хорошо» – уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания	77-79	C+	хорошо	
	73-76	C		

выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	70-72	C-	удовлетворительно	
«Удовлетворительно» – уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	67-69	D+	удовлетворительно	зачтено
	63-66	D		
	60-62	D-		
«Посредственно» – работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	E	удовлетворительно	зачтено
«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	25-49	FX	неудовлетворительно	Не зачтено
«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	0-24	F		

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Общая теория связи»

1. Виды обратной связи, влияние ОС на характеристики устройства.
2. Энтропия дискретного источника без памяти (определение и свойства).
3. Совместная и условная энтропия двух источников.
4. Эффективное (статистическое) кодирование.
5. Теорема Шеннона о кодировании в канале без помех.
6. Эффективные коды и их характеристики.
7. Помехоустойчивое (канальное) кодирование.
8. Теория линейных блочных кодов на примере кода Хэмминга.
9. Взаимная информация входа и выхода дискретного канала связи. Связь условной энтропии и скорости передачи информации.
10. Пропускная способность дискретного симметричного канала без памяти (вывод).
11. Энтропия непрерывной случайной величины (определение и свойства).
12. ε -Энтропия.
13. Пропускная способность непрерывного канала с аддитивным белым гауссовским шумом (вывод).
14. Байесовский подход к приему сообщений.
15. Критерий Байеса и его частные случаи для приема дискретных и непрерывных сообщений.
16. Прием полностью известного сигнала на фоне АБГШ (когерентный прием). Вывод правила приема, оптимального по критерию максимального правдоподобия. Связь с правилами, оптимальными по другим критериям.
17. Структура оптимального приемника дискретных сообщений на основе согласованного фильтра (когерентный прием).
18. Согласованная фильтрация. Вывод характеристик согласованного фильтра, выигрыш в отношении сигнал/шум за счёт СФ.
19. Потенциальная помехоустойчивость когерентного приема (вывод).
20. Сравнение различных способов модуляции по их потенциальной помехоустойчивости.
21. Правило некогерентного приема сигнала со случайной равновероятной начальной фазой на фоне АБГШ (вывод).
22. Структура оптимального приемника дискретных сообщений на основе корреляторов (некогерентный прием).
23. Оценивание случайного параметра, свойства оценок.
24. Вывод правила МП-оценивания неизвестного параметра на примере амплитуды сигнала.
25. Оценивание (фильтрация) случайного процесса.
26. Фильтр Колмогорова – Винера (вывод).
27. Импульсно-кодовая модуляция, этапы преобразования сигнала (включая неравномерное квантование), погрешности, сопутствующие этим этапам.
28. Кодирование с предсказанием, дельта-модуляция.
29. Стационарные линейные дискретные цепи.
30. Разностные уравнения КИХ- и БИХ-цепей. Связь РУ и КЧХ.
31. z-Преобразование, преобразование Фурье, ДПФ, их взаимосвязи.
32. Анализ устойчивости дискретных ЛИС-цепей на основе z-преобразования.
33. Методы синтеза КИХ-фильтров (метод оконного взвешивания подробно, остальные кратко).
34. Принципы КИХ-фильтрации на основе БПФ.
35. Методы синтеза БИХ-фильтров (фильтры-прототипы, методы аналого-цифровой трансформации, их достоинства и недостатки).
36. Структура секретной системы связи (по Шеннону).

37. Информационные основы криптографии. Криптостойкость шифра (с примерами).
38. Криптосистемы с открытым ключом. Цифровая подпись (понятие, назначение).
39. Предельные возможности систем передачи дискретных сообщений, диаграмма обмена.
40. Предельные возможности систем передачи непрерывных сообщений, диаграмма обмена.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретических основ радиотехники

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Общая теория связи», 5 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по основным темам семестра, включает 12 заданий.
Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если ни одно из заданий не выполнено. Оценка составляет 0 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если выполнены 1–3 задания. Оценка составляет 1–6 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если выполнены 4–10 заданий. Оценка составляет 7–14 баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, выполнены 11–12 заданий. Оценка составляет 15–20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с таблицей

Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
«Отлично» – работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	98-100	A+	отлично	зачтено
	93-97	A		
	90-92	A-		
«Очень хорошо» – работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса	87-89	B+		

освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	83-86	B	хорошо	
	80-82	B-		
«Хорошо» – уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	77-79	C+		
	73-76	C	удовлетворительно	
	70-72	C-		
«Удовлетворительно» – уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	67-69	D+	удовлетворительно	зачтено
	63-66	D		
	60-62	D-		
«Посредственно» – работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	E		

«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	25-49	FX	неудовлетворительно	Не зачтено
«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	0-24	F		

4. Пример варианта контрольной работы

1. Дискретный источник без памяти вырабатывает символы α_1 и α_2 с вероятностями 0,25 и 0,75 соответственно. Определите количество информации, которое несёт каждый из символов. Определите количество информации, которое источник вырабатывает в среднем на один символ.
2. Символы x_1 , x_2 , x_3 и x_4 появляются на выходе дискретного источника без памяти с вероятностями 1/2, 1/4, 1/8 и 1/8. Определите энтропию и избыточность источника.
3. Найдите хэммингово расстояние между всевозможными парами строк порождающей матрицы (7,4)-кода Хэмминга.
4. Код с повторением формируется путем n -кратного повторения единственного информационного (двоичного) символа. Запишите все разрешённые кодовые слова для $n=7$. Запишите порождающую матрицу. Найдите кодовое расстояние, определите свойства кода по обнаружению и исправлению ошибок. Как следует обозначать этот код?
5. В канале со стиранием каждый принятый символ считается либо принятым правильно, либо стёртым (решение о «стирании» символа принимается демодулятором в случае «неуверенности» в принятом сигнале). Сколько стираний позволяет исправить семизначный код с повторением?
6. На выходе аналогового канала наблюдается колебание $z(t)$, представляющее собой либо шум $\xi(t)$, либо сумму сигнала $x(t)$ с шумом. Считая шум гауссовским с нулевым средним и СКО σ , а сигнал – прямоугольным видеоимпульсом амплитуды a , запишите отношение правдоподобия для выборки объема k в пределах длительности импульса (отсчеты шума считайте некоррелированными).

7. Максимальное по модулю значение сигнала составляет 5.08 В. При импульсно-кодовой модуляции с равномерным квантованием сигнала с нулевым средним используется 8-разрядный код. Определите шаг квантования.

8. На вход АЦП поступает аналоговый сигнал, спектр которого ограничен частотой 15 кГц. Используется равномерное квантование с шагом 0,005 В, число уровней квантования равно 2048. Найдите длительность посылки при ИКМ-передаче и мощность шума квантования.

9. Найдите пропускную способность цифрового стационарного двоичного симметричного канала без памяти, если вероятность безошибочной передачи символа равна 0.99, а скорость модуляции равна 1000 Бод.

10. Определите, устойчив ли каузальный цифровой фильтр с передаточной функцией

$$H(z) = \frac{z}{\left(z - \frac{1}{4}\right)^4}.$$

11. Найдите дискретное преобразование Фурье последовательности из 8 отсчетов, описываемой выражением

$$x[n] = \begin{cases} 1, & 0 \leq n \leq 3; \\ 0, & 4 \leq n \leq 7. \end{cases}$$

12. Найдите отклик дискретной ЛИС-цепи с импульсной характеристикой

$$h[n] = \begin{cases} 1, & 0 \leq n \leq 3; \\ 0 & \text{в остальных случаях,} \end{cases} \quad \text{на последовательность } x[n] = \cos\left(n\frac{\pi}{2}\right), \quad n = \overline{-\infty, \infty}$$

(воспользуйтесь спектральным методом).

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Общая теория связи», 5 семестр

1. Методика оценки.

Задание и исходные данные к курсовой работе "Расчет характеристик дискретной системы связи":

1. Исходные данные

- 1.1 Алфавит источника сообщений с априорными вероятностями символов выбирается согласно варианту (табл. 1).
- 1.2 Метод построения эффективного кода для сокращения избыточности (сжатия) определяется подвариантом (табл. 2) – код Шеннона–Фано (ШФ) или код Хаффмана (Хф).
- 1.3 Канальное кодирование выполняется (7,4)-кодом Хэмминга.
- 1.4 Вид модуляции – амплитудная телеграфия (АТ) с пассивной паузой.
- 1.5 Форма посылки – прямоугольный радиоимпульс.
- 1.6 Амплитуда сигнала на входе демодулятора a и дисперсия шума на входе демодулятора σ^2 определяются подвариантом (табл. 2).
- 1.7 Скорость передачи информации по каналу без помех I_0' (Мбит/с) определяется утверждённой темой курсовой работы индивидуально для каждого студента.

Таблица 1

Алфавит и априорные вероятности символов

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
а	0,069	0,035	0,092	0,105	0,055	0,02	0,064	0,032	0,099	0,082
б	0,019	0,11	0,024	0,025	0,1	0,057	0,102	0,058	0,083	0,061
в	0,052	0,049	0,067	0,105	0,054	0,052	0,054	0,089	0,107	0,07
д	0,007	0,089	0,082	0,02	0,116	0,025	0,073	0,064	0,077	0,023
е	0,09	0,001	0,119	0,094	0,087	0,151	0,092	0,085	0,121	0,111
ж	0,06	0,036	0,027	0,036	0,023	0,109	0,074	0,122	0,097	0,124
и	0,101	0,077	0,078	0,087	0,099	0,046	0,102	0,089	0,089	0,131
к	0,11	0,11	0,111	0,093	0,059	0,05	0,020	0,081	0,042	0,045
м	0,062	0,064	0,023	0,016	0,003	0,146	0,026	0,026	0,041	0,019
н	0,053	0,097	0,022	0,107	0,067	0,038	0,067	0,079	0,014	0,118

о	0,101	0,06	0,11	0,066	0,062	0,051	0,014	0,035	0,113	0,091
п	0,09	0,098	0,068	0,054	0,099	0,021	0,014	0,086	0,021	0,011
р	0,115	0,078	0,153	0,122	0,077	0,136	0,167	0,083	0,011	0,098
с	0,071	0,096	0,024	0,07	0,099	0,098	0,131	0,071	0,085	0,016

Таблица 2

Параметры

Номер подварианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Амплитуда сигнала a , В	2,8	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Дисперсия шума σ^2 , В ²	1,0	2,5	4,0	4,5	3,2	6,0	4,8	6,5	9,0	12,0
Код	ШФ	Хф	ШФ	Хф	ШФ	Хф	ШФ	Хф	ШФ	Хф

2. Задание

- 2.1 Составить обобщённую структурную схему системы связи для передачи дискретных сообщений, содержащую кодер источника, модулятор, канал связи, демодулятор и декодер.
- 2.2 Определить энтропию и избыточность источника, построить эффективный код, рассчитать энтропию и избыточность кода, вероятности двоичных кодовых символов, передаваемых по каналу, среднюю длину кодового слова, длительность посылки для обеспечения заданной скорости передачи информации по каналу без помех.
- 2.3 Закодировать фамилию и имя автора курсовой работы с помощью построенного эффективного кода (недостающие буквы опускаются).
- 2.4 Изобразить качественно временные диаграммы фрагментов сообщений и соответствующих им сигналов в промежуточных точках структурной схемы. Все диаграммы должны сопровождаться краткими словесными описаниями.
- 2.5 Рассмотреть случаи когерентного и некогерентного приёма путём взятия однократного отсчёта смеси высокочастотного сигнала с шумом на выходе линии связи и процесса на выходе детектора огибающей. Определить оптимальный по критерию идеального наблюдателя порог для принятия решения о принимаемом символе при когерентном и некогерентном приёме, условные вероятности ошибок первого и второго рода, среднюю вероятность ошибки, скорость передачи информации при наличии помех. Сделать выводы по результатам расчетов.
- 2.6 Определить импульсную и комплексную частотную характеристики согласованного фильтра для приёма посылки. Определить условные вероятности ошибок, среднюю вероятность ошибки при когерентном приёме с использованием согласованного фильтра, скорость передачи информации. Оценить выигрыш в отношении сигнал/шум за счёт согласованной фильтрации.
- 2.7 Составить обобщённую структурную схему системы связи для передачи дискретных сообщений, использующую, кроме эффективного, также помехоустойчивое (канальное) кодирование. Опираясь на результаты пункта 2.6, рассчитать вероятности однократной и двукратной ошибок в пределах одного кодового слова с учётом укорочения посылок при использовании помехоустойчивого кода.
- 2.8 Внести в кодовую последовательность на выходе демодулятора одиночную

ошибку. Выполнить процедуру обнаружения и исправления ошибки с помощью синдрома, оценить результат.

- 2.9 Внести в кодовую последовательность на выходе демодулятора двукратную ошибку в пределах одной кодовой комбинации. Выполнить процедуру декодирования полученной последовательности в соответствии с кодом Хэмминга, а затем произвести декодирование эффективного кода. Оценить результат, сделать выводы.

3. Содержание пояснительной записки

Структура пояснительной записки к курсовой работе и последовательность изложения результатов выполнения должны быть следующими.

1. **Введение. Постановка задачи** (2–3 фразы).
2. **Задание, исходные данные**
3. **Структура системы связи** (согласно пункту 2.1)
4. **Эффективное кодирование**
 - 4.1. Построение эффективного кода.
 - 4.2. Кодирование фамилии и имени автора.
5. **Информационные характеристики источника и эффективного кода**
 - 5.1. Энтропия и избыточность источника.
 - 5.2. Характеристики кода согласно пункту 2.2.
6. **Демодуляция методом однократного отсчёта**
 - 6.1. Когерентный приём. Определение порога, расчёт условных вероятностей ошибок, средней вероятности ошибки, скорости передачи информации.
 - 6.2. Некогерентный приём. Определение порога, расчёт условных вероятностей ошибок, средней вероятности ошибки, скорости передачи информации.
7. **Согласованный фильтр**
 - 7.1. Определение импульсной и комплексной частотной характеристик согласованного фильтра.
 - 7.2. Вычисление условных вероятностей ошибок, средней вероятности ошибки при когерентном приёме с использованием согласованного фильтра, скорости передачи информации.
 - 7.3. Определение выигрыша в отношении сигнал/шум и в скорости передачи информации за счёт согласованной фильтрации.
8. **Помехоустойчивое кодирование**
 - 8.1. Кодирование двоичной информационной последовательности (7,4)-кодом Хэмминга.
 - 8.2. Декодирование последовательности, содержащей одиночную ошибку согласно пункту 2.7.
 - 8.3. Декодирование последовательности, содержащей двукратную ошибку, согласно пункту 2.8.
 - 8.4. Декодирование эффективного кода, оценка результата.
9. **Заключение**
10. **Список использованной литературы**
11. **Оглавление**

При обнаружении признаков плагиата пояснительная записка возвращается автору для коренной переработки.

4. Правила оформления пояснительной записки

1. Пояснительная записка оформляется на стандартных листах формата А4. Листы должны быть скреплены, страницы пронумерованы.
2. На титульном листе пояснительной записки (см. приложение) должны присут-

ствовать подпись студента и дата сдачи работы на проверку. Должны быть указаны номера варианта и подварианта.

3. В пояснительной записке должны присутствовать введение и заключение. Во введении формулируются цели курсовой работы с учётом её содержания. В заключении даётся краткий анализ результатов с отражением их особенностей.
4. Все пункты выполнения курсовой работы должны располагаться в пояснительной записке в той последовательности, которая приведена выше, иметь ту же нумерацию и те же заголовки.
5. Текст пояснительной записки располагается на одной стороне листа. На обратной (чистой) стороне листа могут выполняться исправления, если после проверки работы преподавателем исправления потребуются.
6. Пояснительная записка должна представлять собой *связный текст*, состоящий из кратких пояснений к каждому пункту задания, а не распечатку рабочих файлов математических пакетов.
7. Наличие пространных рассуждений общего характера, не связанных непосредственно с выполнением пунктов задания, может привести к снижению оценки.
8. При вычислении по формуле *должна приводиться исходная формула, затем та же формула с подставленными в нее численными данными, и в конце – результат вычисления*. Величины, имеющие физическую размерность, приводятся с указанием единиц.
9. Рисунки и таблицы должны быть пронумерованы и озаглавлены.
10. На графиках должны быть чётко обозначены оси координат, указаны масштабы и физические размерности. Деления масштабной сетки должны быть кратны одному из чисел: 1, 2, 2.5, 5.
11. Графики временных или спектральных диаграмм, имеющих смысловую связь (например, входной и выходной сигнал, АЧХ и ФЧХ цепи, и т.д.), необходимо располагать друг под другом с соблюдением масштабных соотношений по осям координат.
12. Титульный лист и список используемой литературы должны быть оформлены в строгом соответствии с требованиями ГОСТа.
13. После проверки работы преподавателем замена листов не допускается. Возможна вставка дополнительных листов с исправлениями.

При несоблюдении вышеприведённых правил оформления пояснительная записка возвращается автору без проверки.

После проверки курсовой работы назначается защита. В процессе защиты студенту задаются вопросы, имеющие прямое отношение к содержанию пояснительной записки. Оцениваются точность и полнота ответов.

2. Критерии оценки.

- работа считается **не выполненной**, если не выполнен хотя бы один пункт задания, или пояснительная записка не оформлена надлежащим образом. Оценка составляет 0 баллов.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если пояснительная записка оформлена с нарушениями правил, содержит не принципиальные ошибки, сдана на проверку с нарушением назначенных сроков, на защите студент обнаружил слабые знания теории или затруднялся в пояснении порядка выполнения расчётов. Оценка составляет 50–72 баллов.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если пояснительная записка оформлена согласно правилам, не содержит грубых ошибок, сдана на проверку в назначенные сроки или с незначительным отставанием, на защите студент обнаружил достаточные

знания теории и смог пояснить общий порядок выполнения расчётов, но допустил незначительные ошибки. Оценка составляет 73–86 баллов.

- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если пояснительная записка оформлена согласно правилам, не содержит ошибок, сдана на проверку вовремя, на защите студент обнаружил глубокие и полные знания теории и смог пояснить порядок выполнения расчётов и их физический смысл. Оценка составляет 87–100 баллов.

3. Шкала оценки.

Оценка за курсовую работу не связана с общей оценкой по дисциплине, выставляется отдельно и формируется в соответствии с таблицей соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS:

Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки			
«Отлично» – работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	98-100	A+	отлично	зачтено		
	93-97	A				
	90-92	A-				
«Очень хорошо» – работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	87-89	B+				
	83-86	B				
	80-82	B-				
«Хорошо» – уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	77-79	C+	хорошо			
	73-76	C				
	70-72	C-				

«Удовлетворительно» – уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	67-69	D+	удовлетворительно	зачтено
	63-66	D		
	60-62	D-		
«Посредственно» – работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	E		
«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	25-49	FX	неудовлетворительно	Не зачтено
«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	0-24	F		

4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы).

Перечень тем и заданий для КР формируется по единому образцу. Тема включает постоянную часть "Расчет характеристик дискретной системы связи со скоростью передачи информации _____ Мбит/с ". Индивидуализация темы производится добавлением к ней конкретного значения скорости передачи информации от 0.1 Мбит/с до 10 Мбит/с.

5. Перечень вопросов к защите курсового проекта (работы).

1. Связь функции распределения и плотности распределения вероятностей (ПРВ) случайной величины.
2. Как связаны АКФ и СПМ стационарного случайного процесса?
3. Как связана СПМ процесса на выходе ЛИС-цепи с СПМ процесса на входе?
4. Какие ПРВ имеют огибающая и фаза гауссовского узкополосного случайного процесса с нулевым математическим ожиданием? с ненулевым математическим ожиданием?
5. В каких практических задачах и для чего используются ПРВ огибающей и фазы гауссовского узкополосного случайного процесса?
6. Что такое дискретная модуляция?
7. Какое колебание используется в качестве несущего при дискретной модуляции?
8. Что такое информация? В каких единицах она измеряется?
9. При каких условиях энтропия источника максимальна?
10. При каких условиях энтропия источника минимальна?
11. Что такое условная энтропия? Что такое взаимная энтропия?
12. При какой вероятности безошибочной передачи двоичный дискретный канал перестаёт пропускать информацию?
13. Что такое избыточность дискретного источника?
14. В каких пределах может изменяться избыточность?
15. Что можно (и нужно) предпринять, если источник дискретных сообщений является избыточным?
16. Как определяется и от чего зависит скорость передачи информации по каналу с помехами?
17. Что такое кодирование? Что такое декодирование? Зачем применяют кодирование?
18. Какие коды называются равномерными? неравномерными? Примеры.
19. Что такое кодирование дискретного источника?
20. При каких условиях можно сказать, что кодирование источника эффективно? Как можно повысить эффективность кодирования дискретного источника? Есть ли предел такому повышению?
21. По каким характеристикам кода можно оценить, насколько кодирование источника близко к оптимальному (предельно достижимому)?
22. Какие коды называются неперекрываемыми (неприводимыми)?
23. В чем заключается преимущество неперекрываемых кодов?
24. На чём основано помехоустойчивое кодирование?
25. Какие коды называются блочными? линейными?
26. Какой код называется систематическим?
27. Что такое синдром?
28. В чём состоит корректирующее свойство кода Хэмминга?
29. Сколько разрешенных комбинаций содержит (7,4)-код Хэмминга?
30. Сколько запрещенных комбинаций содержит (7,4)-код Хэмминга?
31. От чего зависит корректирующая способность кода?
32. В чём состоит задача оптимальной дискретной демодуляции на выходе канала с помехами?
33. Что такое гипотезы? Как формулируются гипотезы при приёме двоичного сигнала?
34. Какие гипотезы называются простыми? сложными?
35. Что такое средний риск?
36. В чём состоит байесовский критерий оптимальности приёма дискретных сигналов?
37. В чём состоит критерий идеального наблюдателя?
38. В чём состоит критерий максимального правдоподобия?
39. Что такое когерентный приём? некогерентный приём?
40. Какой приёмник потенциально более помехоустойчив – когерентный или некогерентный?

41. Что такое отношение правдоподобия?
42. Что общего между коррелятором и согласованным фильтром? В чём заключаются их отличия?
43. Как выбрать оптимальный порог по критерию идеального наблюдателя?
44. Как выбрать оптимальный порог по критерию максимального правдоподобия?
45. Что такое квазиоптимальный приём?
46. В чём состоят преимущества цифровой передачи?