МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование и обработка сигналов систем связи

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	26	26	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
5	Самостоятельная работа	84	84	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 1 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 4136

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 3 от « 3 » 11 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного «___» _____ 20__ года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент кафедры каф. РТС _____ Новиков А. В.

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ Мелихов С. В.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ Мелихов С. В.

Эксперты:

доцент кафедры каф. ТОР _____ Богомолов С. И.

Согласована на портале № 4136

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Формирование и обработка сигналов систем связи» является изучение современных способов манипуляции.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенций, позволяющих самостоятельно проводить анализ других современных способов манипуляции.

– В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие учитывать современные тенденции развития цифровой связи.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Формирование и обработка сигналов систем связи» (М1.В.3) относится к блоку М1.В.3.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Цифровая обработка сигналов систем связи, Моделирование устройств и систем связи.

Последующими дисциплинами являются: Теория и техника передачи информации, Стандарты и технологии мобильной связи.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС;

– ОПК-4 способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации;

– ПК-8 готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** Вероятностные принципы цифровой связи (символы, алфавит, кодовые слова). Векторные модели видео- и радиосигналов. Модель теплового шума в виде белого гауссового шума. Способы расчета вероятности ошибки для разных моделей каналов связи (каналы без памяти, с памятью, со стиранием символов, без стирания). Спектральные характеристики сигналов с линейной модуляцией. Основы корреляционного приема на фоне белого гауссового шума. Основные виды манипуляции несущей (АМ, ФМ, ЧМ) и способы когерентной, некогенентной и частично-когерентной демодуляции. Основные виды кодирования видеосигналов (NRZ, AMI, MLT-3, NRZI, Манчестерский код).

– **уметь** Вычислять числовые характеристики случайных величин (например, среднюю мощность случайного сигнала с многоуровневой АМ). Оценивать полосу частот видеосигналов с линейной модуляцией. Анализировать векторную диаграмму измеряемого радиосигнала. Определять требуемую частоту дискретизации для заданного сигнала. Оценивать отношение сигнал-шум для заданных условий (тип сигнала, полоса обрабатываемых частот, модель МШУ и т. п.). Составлять формулы для вероятностей ошибки после декодирования (код Грея, дифференциальный код, помехоустойчивые коды) для заданного канала связи. Вычислять (по таблицам, а также с помощью ЭВМ) вероятности символьной ошибки для простых АМ, ЧМ и ФМ демодуляторов, а также сложных (КАМ-М). Находить причинно-следственные связи в решаемых задачах для составления левой и правой части уравнений.

– **владеть** Способами постановки и решения вероятностных радиотехнических задач применительно к системам связи.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 4136

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	60
Лекции	18	18
Практические занятия	26	26
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа (всего)	84	84
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	18	18
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	18	18
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	32	32
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	180	180
Зачетные Единицы Трудоемкости	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Дифференциальная бинарная фазовая манипуляция (DBPSK).	2	4	4	10	20	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
2	Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK). QPSK со смещением (OQPSK).	3	3	0	7	13	ОПК-3, ОПК-4
3	Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция (DQPSK).	2	2	0	6	10	ОПК-3, ОПК-4
4	Частотная манипуляция (FSK). Манипуляция с минимальным сдвигом (MSK).	2	3	0	8	13	ОПК-3, ОПК-4
5	Гауссовская манипуляция с минимальным сдвигом (GMSK).	1	2	0	9	12	ОПК-3, ОПК-4
6	Квадратурная амплитудная модуляция (QAM).	2	4	0	12	18	ОПК-3, ОПК-4

Согласована на портале № 4136

7	Формирующий фильтр на примере фильтра Найквиста. Согласованный фильтр.	4	4	8	22	38	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
8	Спектры сигналов с линейной модуляцией.	2	4	4	10	20	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	18	26	16	84	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Дифференциальная бинарная фазовая манипуляция (DBPSK).	Передатчик DBPSK-радиосигнала. Когерентная демодуляция DBPSK-радиосигнала. Блок восстановления несущей частоты. Фазовая неоднозначность восстановления несущей. Блок восстановления тактовой частоты. Некогерентная демодуляция DBPSK-радиосигнала.	2	ОПК-3
	Итого	2	
2 Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK). QPSK со смещением (OQPSK).	QPSK-модулятор. OQPSK-модулятор. Когерентный демодулятор. Блок восстановления несущей частоты. Фазовая неоднозначность при демодуляции.	3	ОПК-3
	Итого	3	
3 Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция (DQPSK).	DQPSK-модулятор. Когерентный и некогерентный DQPSK-демодуляторы.	2	ОПК-3
	Итого	2	
4 Частотная манипуляция (FSK). Манипуляция с минимальным сдвигом (MSK).	Полоса FSK-радиосигнала. Индекс модуляции. Индекс модуляции для MSK (когерентный и некогерентный случаи).	2	ОПК-3
	Итого	2	
5 Гауссовская манипуляция с минимальным сдвигом (GMSK).	Формирующий фильтр GMSK-модулятора. Спектр GMSK-радиосигнала.	1	ОПК-3
	Итого	1	
6 Квадратурная амплитудная модуляция (QAM).	QAM-модулятор. Созвездие QAM-16. Вероятность символьной и битовой ошибки. Энергия сигнала на один бит.	2	ОПК-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 4136

7 Формирующий фильтр на примере фильтра Найквиста. Согласованный фильтр.	Импульсная и частотная характеристики фильтра Найквиста. Спектр сформированного сигнала. Согласованный фильтр. Реализация фильтров в цифровой форме.	4	ОПК-3
	Итого	4	
8 Спектры сигналов с линейной модуляцией.	Импульсы-носители и их спектр (прямоугольный, косинус на пьедестале, треугольный импульс). Случайная последовательность цифр, функция автокорреляции и спектр плотности мощности сигнала с дельта-носителем. Спектр плотности мощности цифрового сигнала с выбранным носителем.	2	ОПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины									
1	Цифровая обработка сигналов систем связи							+	
2	Моделирование устройств и систем связи	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины									
1	Теория и техника передачи информации	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Стандарты и технологии мобильной связи	+	+	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 4136

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-3	+			+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Опрос на занятиях
ОПК-4		+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях
ПК-8			+	+	Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Дифференциальная бинарная фазовая манипуляция (DBPSK).	Статистика дифференциального кодера по модулю два.	4	ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
7 Формирующий фильтр на примере фильтра Найквиста. Согласованный фильтр.	Формирующий фильтр	4	ОПК-4, ПК-8
	Согласованный фильтр.	4	
	Итого	8	
8 Спектры сигналов с линейной модуляцией.	Спектры сигналов с линейной модуляцией.	4	ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

Согласована на портале № 4136

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Дифференциальная бинарная фазовая манипуляция (DBPSK).	Векторная модуль DBPSK-сигнала. Дифференциальный кодер и декодер и его статистика. Средняя энергия на один бит. Расчет битовой вероятности ошибки для заданного отношения сигнал-шум.	4	ОПК-4
	Итого	4	
2 Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK). QPSK со смещением (OQPSK).	Векторная диаграмма QPSK-сигнала. Код Грея. Вероятность битовой ошибки в зависимости от символьной. Средняя энергия на один бит. Расчет битовой вероятности ошибки для заданного отношения сигнал-шум.	3	ОПК-4
	Итого	3	
3 Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция (DQPSK).	Делитель частоты на четыре. Математически удобная интерпретация дибитов 00, 01, 10 и 11 как целых чисел 0, 1, 2, 3. Дифференциальный кодер и декодер по модулю четыре и его статистика.	2	ОПК-4
	Итого	2	
4 Частотная манипуляция (FSK). Манипуляция с минимальным сдвигом (MSK).	Построение осциллограмм для схемы формирования MSK сигналов на основе OQPSK.	3	ОПК-4
	Итого	3	
5 Гауссовская манипуляция с минимальным сдвигом (GMSK).	Аналитический расчет спектра гауссовского импульса. Оценка полосы частот по уровню 3 дБ и длительности импульса по уровню 0,1. Сравнение произведения этих двух параметров с единицей (принцип неопределенности).	2	ОПК-4
	Итого	2	
6 Квадратурная амплитудная модуляция (QAM).	Сравнение средних энергий QAM-16 и PAM-16 (многоуровневая AM) при одинаковом минимальном расстоянии между сигнальными точками созвездия.Сравнение по средней энергии QAM-16 с прямоугольной сеткой и гексагональной при равном	4	ОПК-4

Согласована на портале № 4136

	минимальном расстоянии.		
	Итого	4	
7 Формирующий фильтр на примере фильтра Найквиста. Согласованный фильтр.	Расчет отклика согласованного фильтра на последовательность двоичных цифр -1 и +1. Функция автокорреляции сигнала, с которым согласован фильтр. Расчет вероятности ошибки на выходе согласованного фильтра (с отсчетным устройством и устройством принятия решения) при кодировании битов чипами (-1+1-1+1) и (+1-1+1-1). Построение графиков для импульсных и частотных характеристик фильтра Найквиста.	4	ОПК-4
	Итого	4	
8 Спектры сигналов с линейной модуляцией.	Расчет спектра прямоугольного, треугольного импульса и импульса типа косинус на пьедестале. Расчет спектра плотности мощности сигнала в виде последовательности равновероятных и независимых биполярных прямоугольных импульсов.	4	ОПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		26	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Дифференциальная бинарная фазовая манипуляция (DBPSK).	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
2 Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK). QPSK со смещением (OQPSK).	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ОПК-3, ОПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию
	Проработка лекционного	2		

Согласована на портале № 4136

	материала			
	Итого	7		
3 Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция (DQPSK).	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ОПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
4 Частотная манипуляция (FSK). Манипуляция с минимальным сдвигом (MSK).	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ОПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
5 Гауссовская манипуляция с минимальным сдвигом (GMSK).	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-3, ОПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	9		
6 Квадратурная амплитудная модуляция (QAM).	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ОПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	12		
7 Формирующий фильтр на примере фильтра Найквиста. Согласованный фильтр.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8		
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по	4		

Согласована на портале № 4136

	лабораторным работам			
	Итого	22		
8 Спектры сигналов с линейной модуляцией.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
Итого за семестр		84		
	Подготовка к экзамену	36		
Итого		120		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
1 семестр				
Домашнее задание	7	7	7	21
Компонент своевременности	2	2	2	6
Контрольная работа		7	6	13
Отчет по лабораторной работе		9	9	18
Посещение занятий	4	4	4	12
Итого максимум за период	13	29	28	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	13	42	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Согласована на портале № 4136

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Современные методы манипуляции цифровой радиосвязи: Учебное пособие для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. – 2013. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/3190, свободный.

2. Демодуляция бинарных цифровых сигналов. Статистический подход: Учебное пособие для студентов радиотехнических специальностей / Новиков А. В. – 2016. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/6059, свободный.

12.2. Дополнительная литература

1. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики : Учебное пособие для вузов / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. - М. : Экотрендз, 2005. - 390[2] с. : ил., табл., портр. - (Библиотека МТС & GSM). - Библиогр.: с. 388-390. - ISBN 5-88405-071-2 : 269.01 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

2. Цифровая связь : Пер. с англ. / Джон Прокис; Ред. пер. Д. Д. Кловский, Пер. Д. Д. Кловский, Пер. Б. И. Николаев. - М. : Радио и связь, 2000. - 798[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 776-787. - ISBN 5-256-01434-X (в пер.) : 565.00 р., 563.00 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

3. Цифровая обработка сигналов : Пер. с англ. / А. В. Оппенгейм, Р. В. Шафер ; пер. : С. А. Кулешов ; ред. пер. : А. С. Ненашев. - М. : Техносфера, 2006. - 855[1] с. : ил, табл. - (Мир цифровой обработки ; XI. 03). - Библиогр.: с. 843-852. - Предм. указ.: с. 853-855. - ISBN 5-94836-077-6 : 417.87 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Исследование MSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 39 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/1525, свободный.

2. Исследование QPSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 35 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/1532, свободный.

3. Исследование MSK модема (классическая реализация): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/1524, свободный.

4. Теория и техника передачи информации: Учебно - методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2012. 202 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1754, свободный.

Согласована на портале № 4136

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Telecommunication_theory

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория 432 радиотехнического корпуса ТУСУРа для проведения лабораторных работ (семь макетов и пять компьютеров с доступом в Интернет). Рассчитана на одну группу.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 4136

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Формирование и обработка сигналов систем связи

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **1**
Семестр: **1**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- доцент кафедры каф. РТС Новиков А. В.

Экзамен: 1 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 4136

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-3	способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС	Должен знать Вероятностные принципы цифровой связи (символы, алфавит, кодовые слова). Векторные модели видео- и радиосигналов. Модель теплового шума в виде белого гауссового шума. Способы расчета вероятности ошибки для разных моделей каналов связи (каналы без памяти, с памятью, со стиранием символов, без стирания). Спектральные характеристики сигналов с линейной модуляцией. Основы корреляционного приема на фоне белого гауссового шума. Основные виды манипуляции несущей (АМ, ФМ, ЧМ) и способы когерентной, некогенентной и частично-когерентной демодуляции. Основные виды кодирования видеосигналов (NRZ, AMI, MLT-3, NRZI, Манчестерский код).; Должен уметь Вычислять числовые характеристики случайных величин (например, среднюю мощность случайного сигнала с многоуровневой АМ). Оценивать полосу частот видеосигналов с линейной модуляцией. Анализировать векторную диаграмму измеряемого радиосигнала. Определять требуемую частоту дискретизации для заданного сигнала. Оценивать отношение сигнал-шум для заданных условий (тип сигнала, полоса обрабатываемых частот, модель МШУ и т. п.). Составлять формулы для вероятностей ошибки после декодирования (код Грея, дифференциальный код, помехоустойчивые коды) для заданного канала связи. Вычислять (по таблицам, а также с помощью ЭВМ) вероятности символьной ошибки для простых АМ, ЧМ и ФМ демодуляторов, а также сложных (КАМ-М). Находить причинно-следственные связи в
ОПК-4	способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	
ПК-8	готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС	

Согласована на портале № 4136

		решаемых задачах для составления левой и правой части уравнений.; Должен владеть Способами постановки и решения вероятностных радиотехнических задач применительно к системам связи.;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-3

ОПК-3: способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает теорию и технику современных и перспективных ИКТиСС.	Умеет работать с литературой по современным и перспективными направлениям развития ИКТиСС.	Владеет логическим анализом при освоении современных и перспективных ИКТиСС.
Виды занятий	• Самостоятельная работа; • Практические занятия; • Лекции; • Лабораторные занятия;	• Самостоятельная работа; • Практические занятия; • Лекции; • Лабораторные занятия;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия;

Согласована на портале № 4136

	• Подготовка к экзамену;	• Подготовка к экзамену;	
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Экзамен;	• Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает границы применимости математических моделей, использующихся в ИКТиСС.;	• Умеет обобщать освоенный материал по современным и перспективным ИКТиСС и строить планы по дальнейшему изучению.;	• Владеет разными способами постановки и решения нетривиальных задач в области современных и перспективных ИКТиСС.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает математические модели, использующиеся в ИКТиСС.; • Знает и понимает связи между разными функциональными блоками ИКТиСС.;	• Умеет отделять главное от второстепенного при работе с литературой по современным и перспективным ИКТиСС.; • Умеет структурировать освоенный материал по современным и перспективным ИКТиСС.;	• Владеет альтернативными способами решения базовых задач в области современных и перспективных ИКТиСС.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает основные термины и определения, использующиеся в современных и перспективных ИКТиСС.; • Знает основные закономерности, справедливые для современных и перспективных ИКТиСС.;	• Умеет читать специальную литературу по современным и перспективным ИКТиСС.;	• Владеет способами постановки и решения базовых задач в области современных и перспективных ИКТиСС.;

2.2 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования

Согласована на портале № 4136

компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает программное обеспечение для построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.	Умеет работать с литературой и программным обеспечением для построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.	Владеет логическим анализом и синтезом при построении инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.
Виды занятий	• Самостоятельная работа; • Практические занятия; • Лекции; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Самостоятельная работа; • Практические занятия; • Лекции; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает границы применимости математических моделей, использующихся в программных продуктах для построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения,	• Умеет обобщать освоенный материал по инфокоммуникационным системам и сетям различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации, а также строить планы по дальнейшему изучению.;	• Владеет разными способами постановки и решения нетривиальных задач при построении инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.;

Согласована на портале № 4136

	обработки и хранения информации.;		
Хорошо (базовый уровень)	• Знает функциональные блоки и их математические модели, использующиеся в программных продуктах для построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.;	• Умеет отделять главное от второстепенного при работе с литературой по инфокоммуникационным системам и сетям различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.; • Умеет структурировать освоенный материал по инфокоммуникационным системам и сетям различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.;	• Владеет альтернативными способами решения базовых задач при построении инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает основные программные продукты, использующиеся при построении инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.;	• Умеет читать специальную литературу по инфокоммуникационным системам и сетям различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации, а также по соответствующим программным продуктам.;	• Владеет способами постановки и решения базовых задач при построении инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.;

2.3 Компетенция ПК-8

ПК-8: готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные методы теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС.	Умеет ставить задачу при проведении теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС	Владеет математическим аппаратом, используемым при проведении теоретических и экспериментальных исследований в области

Согласована на портале № 4136

			ИКТиСС.
Виды занятий	• Самостоятельная работа; • Практические занятия; • Лекции; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Самостоятельная работа; • Практические занятия; • Лекции; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает границы применимости математических моделей, использующихся в ИКТиСС.; • Знает основные нерешенные проблемы ИКТиСС.;	• Умеет ставить новую задачу на основании полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС.;	• Владеет методикой синтеза математических приемов, позволяющих провести теоретические и экспериментальные исследования в области ИКТиСС с использованием современных достижений науки.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает математические модели, использующиеся в ИКТиСС.; • Знает и понимает связи между разными функциональными блоками ИКТиСС.;	• Умеет обобщать результаты теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС.;	• Владеет альтернатвными математическими приемами, позволяющими провести теоретические и экспериментальные исследования в области ИКТиСС.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает основные термины и определения, использующиеся в области ИКТиСС.; • Знает назначение основных функциональных блоков ИКТиСС.;	• Умеет определять цель теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС.; • Умеет выделять главное и второстепенное при постановке задачи теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС.;	• Владеет методикой математических обозначений для теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС.; • Владеет методикой составления уравнений и базовыми математическими приемами их решения для теоретических и экспериментальных исследований в области

Согласована на портале № 4136

			ИКТиСС.;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы домашних заданий

– На вход идеального делителя частоты на два поступает сигнал A*cos(2*PI*F*t). Записать сигнал на выходе делителя.

– Вычислить импульсную характеристику дифференциального кодера C[k] = M[k] XOR C[k-1], а также переходную характеристику (реакцию на единичный скачок), если кодер в начальном состоянии обнулен.

– Разделить плоскость векторной диаграммы на зоны притяжения каждого QPSK-символа по критерию минимального расстояния.

– Найти отношение средних мощностей передатчика ФМ-8 и ФМ-4 (QPSK), если минимальное расстояние между символами одинаково.

– Символы QPSK интерпретируются как числа 0, 1, 2 и 3. Закодировать последовательность символов M=(0023020202210011) дифференциальным кодером, работающим по правилу C[k] = (M[k] + C[k-1]) mod 4.

3.2 Темы индивидуальных заданий

– Битовая вероятность ошибки при передаче цифрового сигнала.
– Регенерация цифрового сигнала при передаче на большие расстояния.
– Формирующий фильтр.
– Согласованный фильтр.

3.3 Темы опросов на занятиях

– BPSK, DBPSK.
– QPSK, DQPSK.
– Когерентность/некогерентность сигналов.
– MSK, GMSK.
– QAM.

3.4 Темы контрольных работ

– Модуляция DBPSK.
– Модуляция DQPSK.
– Модуляция MSK.
– Формирующий фильтр Найквиста.
– Спектр сигнала с линейной модуляцией.

3.5 Экзаменационные вопросы

– 1. Дифференциальная (относительная) бинарная фазовая манипуляция (DBPSK). Фазовая неоднозначность при приеме. Когерентная и некогерентная демодуляция. Структурная схема модема.

– 2. Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK), фазовая неоднозначность при приеме. Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция (DQPSK). Структурные схемы модемов.

– 3. Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция со сдвигом (QPSK). Структурная схема модема.

– 4. Манипуляция с минимальным сдвигом (MSK). Гауссова манипуляция с минимальным сдвигом (GMSK). Структурные схемы модемов. Эффективность использования полосы частот. Спектр модулированного сигнала. Обеспечение компактности спектра.

– 5. Квадратурная амплитудная модуляция (QAM). Структурные схемы модемов.

– 6. Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM).

Согласована на портале № 4136

Структурные схемы передатчика и приёмника.

3.6 Темы лабораторных работ

- Статистика дифференциального кодера по модулю два.
- Формирующий фильтр
- Согласованный фильтр.
- Спектры сигналов с линейной модуляцией.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Современные методы манипуляции цифровой радиосвязи: Учебное пособие для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. – 2013. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/3190, свободный.
2. Демодуляция бинарных цифровых сигналов. Статистический подход: Учебное пособие для студентов радиотехнических специальностей / Новиков А. В. – 2016. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/6059, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики : Учебное пособие для вузов / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. - М. : Экотрендз, 2005. - 390[2] с. : ил., табл., портр. - (Библиотека МТС & GSM). - Библиогр.: с. 388-390. - ISBN 5-88405-071-2 : 269.01 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)
2. Цифровая связь : Пер. с англ. / Джон Прокис; Ред. пер. Д. Д. Кловский, Пер. Д. Д. Кловский, Пер. Б. И. Николаев. - М. : Радио и связь, 2000. - 798[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 776-787. - ISBN 5-256-01434-X (в пер.) : 565.00 р., 563.00 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)
3. Цифровая обработка сигналов : Пер. с англ. / А. В. Оппенгейм, Р. В. Шафер ; пер. : С. А. Кулешов ; ред. пер. : А. С. Ненашев. - М. : Техносфера, 2006. - 855[1] с. : ил, табл. - (Мир цифровой обработки ; XI. 03). - Библиогр.: с. 843-852. - Предм. указ.: с. 853-855. - ISBN 5-94836-077-6 : 417.87 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Исследование MSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 39 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/1525, свободный.
2. Исследование QPSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 35 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/1532, свободный.
3. Исследование MSK модема (классическая реализация): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/1524, свободный.
4. Теория и техника передачи информации: Учебно - методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2012. 202 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1754, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Telecommunication_theory

Согласована на портале № 4136