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 № 3245

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 2 от « 10 » 10 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 № 3245

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 № 3245

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

№	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

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
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	

Согласована на портале № 3245

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	
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	Импульсы-носители и их спектр	2	ОПК-3

Согласована на портале № 3245

модуляцией.	(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.		
	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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-3	+			+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Опрос на занятиях

Согласована на портале № 3245

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	

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	4	ОПК-4

Согласована на портале № 3245

	сигнал-шум.		
	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 минимальном расстоянии.	4	ОПК-4
	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

Согласована на портале № 3245

	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 материала	2		
	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		

Согласована на портале № 3245

	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, Экзамен, Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8		
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	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		

Согласована на портале № 3245

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
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

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)

Согласована на портале № 3245

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.

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 № 3245

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 основной образовательной программы: **Магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
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 № 3245

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 № 3245

		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 № 3245

	• 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 № 3245

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 № 3245

	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 № 3245

			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 № 3245

			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 № 3245

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 № 3245