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

Системы космической связи

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Инфокоммуникационные системы беспроводного широкополосного доступа**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	22	22	часов
3	Лабораторные занятия	20	20	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: 3 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 7162

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 2014-10-30 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. РТС	_____	Акулиничев Ю. П.
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. ТОР	_____	Демидов А. Я.

Эксперты:

старший преподаватель ТУСУР, кафедра РТС	_____	Ноздреватых Д. О.
доцент ТУСУР, кафедра ТОР	_____	Богомолов С. И.

Согласована на портале № 7162

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение основных закономерностей передачи данных в телекоммуникационных системах.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенций, позволяющих самостоятельно проводить математический анализ физических процессов в цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов, оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости телекоммуникационных систем и сетей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Системы космической связи» (Б1.В.ДВ.2.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Иностранный язык, Моделирование устройств и систем связи, Системы и сети передачи данных, Системы мобильной связи, Системы радиодоступа, Теория и техника передачи информации, Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем.

Последующими дисциплинами являются: .

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

– ОПК-5 готовностью учитывать при проведении исследований, проектировании, организации технологических процессов и эксплуатации инфокоммуникационных систем, сетей и устройств мировой опыт в вопросах технического регулирования, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности;

– 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** - физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем; - основные закономерности исторического процесса в науке и технике, этапы исторического развития радиотехники, место и значение радиосистем передачи информации в современном мире; - методологические основы и принципы современной науки

– **уметь** - формулировать и решать задачи, грамотно использовать математический аппарат и чис-ленные методы для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем; - готовить методологическое обоснование научных исследований и технических разработок в области радиосистем передачи информации

– **владеть** - математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования систем передачи информации; - навыками методологического анализа научных исследований и их результатов

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	60

Согласована на портале № 7162

Лекции	18	18
Практические занятия	22	22
Лабораторные занятия	20	20
Самостоятельная работа (всего)	84	84
Выполнение домашних заданий	6	6
Оформление отчетов по лабораторным работам	20	20
Проработка лекционного материала	50	50
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	8
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	Введение	2	0	0	2	4	ОПК-4, ПК-8
2	Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС)	3	4	0	15	22	ОПК-4, ОПК-5
3	Бортовое и наземное оборудование	3	6	8	18	35	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
4	Методы модуляции и многостанционного доступа	3	6	12	15	36	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
5	Современные ССС	3	2	0	6	11	ОПК-5, ПК-8
6	Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ	3	4	0	14	21	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
7	Заключение	1	0	0	14	15	ОПК-4, ПК-8
	Итого	18	22	20	84	144	

Согласована на портале № 7162

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
3 семестр			
1 Введение	Определения. Энергетические характеристики стан-ции (ЗС или КС). Эксперименты по использованию пассивных ретрансляторов в ССС. Вехи в развитии активных ССС.	2	ОПК-4
	Итого	2	
2 Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС)	Виды орбит ИСЗ. Параметры эллиптических орбит. Особенности спутниковых радиолиний, обусловленные типом орбиты. Коррекция орбиты ИСЗ.Диапазоны частот, используемые для спутниковой связи и вещания в Европе. Энергетика спутниковых радиолиний. Особенности распространения радиоволн в тропосфере и ионосфере.	3	ОПК-4
	Итого	3	
3 Бортовое и наземное оборудование	Типы антенн ССС и их основные характеристики. Системы VSAT. Фидеры. Опорно-поворотное устройство антенны ЗС. Бортовая аппаратура ИСЗ. Типы ретрансляторов. Вспомогательные системы ИСЗ. Наземные технические средства.	3	ПК-8
	Итого	3	
4 Методы модуляции и многостанционного доступа	Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. Базовые методы модуляции. Многопозиционные методы модуляции.Многостанционный доступ с частотным и временным методами разделения каналов. Структурные схемы многоканальных систем с ЧРК и ВРК, особенности формирования групповых сигналов и построения разделяющих устройств. Междуканальные помехи. Синхронизация в системах передачи информации с многостанционным доступом.	3	ОПК-4, ПК-8
	Итого	3	

Согласована на портале № 7162

5 Современные ССС	Глобальные ССС (Intelsat, Eutelsat, PanAmSat, AsiaSat и др.). Спутниковая связь в России (ИСЗ производства ОАО ИСС, ИСЗ серии Ямал и др.).	3	ОПК-5, ПК-8
	Итого	3	
6 Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ	Способы разделения каналов при МД: частотный, временной, кодовый. Иерархический принцип построения ЦСП. Структурная схема оконечной станции ЦСП, основные узлы оборудования. Формирование цикла передачи. Системы тактовой и цикловой синхронизации. Цифровой линейный тракт, коды в цифровом линейном тракте. Расширение спектра. Цели и методы: прямой последовательности и скачкообразной перестройки частоты.Методы МД в сотовых системах стандартов GSM и CDMA, а также в спутниковых системах Intelsat, Iridium, Globalstar.	3	ОПК-5
	Итого	3	
7 Заключение	Космодромы и ракеты-носители. Перспективы развития спутниковых систем связи.	1	ПК-8
	Итого	1	
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
Предшествующие дисциплины								
1	Иностранный язык					+	+	
2	Моделирование устройств и систем связи						+	
3	Системы и сети передачи данных					+	+	
4	Системы мобильной связи						+	
5	Системы радиодоступа				+			
6	Теория и техника передачи информации			+	+			
7	Теория построения инфокоммуникационных сетей и				+		+	

Согласована на портале № 7162

	систем							

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-4	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа
ОПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа, Тест
ПК-8	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Реферат

Согласована на портале № 7162

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
3 семестр			
3 Бортовое и наземное оборудование	Исследование помехоустойчивости приемника М-позиционных цифровых сигналов.Исследование преобразователей непрерывных величин в двоичный код	8	ОПК-4, ОПК-5
	Итого	8	
4 Методы модуляции и многостанционного доступа	Исследование межканальных помех при многостанционном доступе с кодовым разделением каналовИсследование системы связи с временным разделением каналов с время-импульсной модуляциейИсследование помехоустойчивости кода с про-веркой на четность и циклического кода	12	ОПК-4, ПК-8
	Итого	12	
Итого за семестр		20	

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
3 семестр			
2 Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС)	Орбиты ИСЗ и диапазоны частот ССС	4	ОПК-4
	Итого	4	
3 Бортовое и наземное оборудование	Бортовое и наземное оборудование	6	ОПК-4, ПК-8
	Итого	6	
4 Методы модуляции и многостанционного доступа	Методы модуляции и многостанционного доступа	6	ОПК-5, ПК-8
	Итого	6	
5 Современные ССС	Современные ССС	2	ОПК-5, ПК-8
	Итого	2	

Согласована на портале № 7162

6 Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ	Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		22	

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
3 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	2	ПК-8	Конспект самоподготовки, Собеседование
	Итого	2		
2 Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС)	Проработка лекционного материала	9	ОПК-5, ОПК-4	Выступление (доклад) на занятии, Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Расчетная работа, Собеседование
	Выполнение домашних заданий	6		
	Итого	15		
3 Бортовое и наземное оборудование	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ОПК-5, ПК-8, ОПК-4	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Собеседование, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	18		
4 Методы модуляции и многостанционного доступа	Проработка лекционного материала	9	ОПК-4, ОПК-5	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Собеседование, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	15		
5 Современные ССС	Проработка лекционного материала	6	ОПК-5, ПК-8	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование
	Итого	6		
6 Спутниковые системы связи с подвижными	Проработка лекционного материала	6	ОПК-4, ОПК-5	Выступление (доклад) на занятии, Домашнее

Согласована на портале № 7162

объектами и системы НТВ	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование
	Итого	14		
7 Заключение	Проработка лекционного материала	14	ОПК-4, ПК-8	Выступление (доклад) на занятии, Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Собеседование
	Итого	14		
Итого за семестр		84		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		120		

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Орбиты ИСЗ и диапазоны частот ССС.
2. Работа с учебно-методическим пособием.

9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

3. Сотовые и спутниковые системы связи.
4. Слайдовые презентации, учебно-методическое пособие.
5. Скремблирование цифровых сигналов.
6. Вводная слайд-видео лекция
7. Современные ССС.
8. Работа с учебно-методическим пособием, подготовка к лабораторной работе.
9. Способы разделения каналов при МД: частотный, временной, кодовый.
10. Специализированные методы сокращения избыточности.
11. Методы модуляции и структура радиосигналов.
12. Прием М-ичного сигнала на фоне белого шума.
13. Регенерация цифрового сигнала.

9.3. Темы лабораторных работ

14. Расширение спектра.
15. Методы модуляции и
16. многостанционного доступа
17. Работа с учебно-методическим пособием, подготовка к лабораторной работе.

9.4. Темы домашних заданий

18. Орбиты ИСЗ и диапазоны частот ССС .
19. Работа с учебно-методическим пособием.

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
3 семестр				

Согласована на портале № 7162

Выступление (доклад) на занятии	2	2	3	7
Домашнее задание	4	4	4	12
Конспект самоподготовки	4	4	4	12
Контрольная работа	6	8	8	22
Отчет по лабораторной работе		4	4	8
Тест	3	3	3	9
Итого максимум за период	19	25	26	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	19	44	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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Теория электрической связи: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. . - 2015. 196 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5858, свободный.

12.2. Дополнительная литература

1. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. – М: Радио и связь,

Согласована на портале № 7162

2000. – 800 с.,. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

2. Крук Б.И., Попантонопуло В.Н., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 1 – Современные технологии/ Под ред. проф. В.П. Шувалова. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Горячая линия –Телеком 2005. – 648 с.: ил., (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Теория электрической связи: 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/1758, свободный.

2. Теория электрической связи: Учебно-методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2015. 124 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5860, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУРа - http://edu.tusur.ru.
2. Библиотека ТУСУРа - http://lib.tusur.ru.
3. Операционная система Windows.
4. MathCad

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Аудитория 432 радиотехнического корпуса ТУСУРа для проведения практических занятий (один компьютер с доступом в Интернет, возможно применение демонстрационного материала). Рассчитана на одну группу.

2. Аудитория 406 радиотехнического корпуса ТУСУРа для проведения лабораторных работ (девять 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

Основная рекомендация сводится к обеспечению равномерной активной работы студентов над курсом в течение учебного семестра.

При изучении курса следует стараться понять то общее, что объединяет рассматривае-мые вопросы. Например, для методов передачи сигналов ключевым является понятие избы-точности и ее роль при передаче информации. Для методов приема общей является идея уменьшения апостериорной неопределенности относительно передаваемого сигнала по сравнению с априорной неопределенностью.

Лекционные занятия рекомендуется проводить с применением демонстрационного материала, например, с демонстрацией презентаций.

Практические занятия и лабораторные работы также желательно проводить с использованием имеющихся на кафедре демонстрационных материалов. Используя имеющиеся оригинальные программы, ряд задач можно выполнять дома.

Согласована на портале № 7162

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

Системы космической связи

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Инфокоммуникационные системы беспроводного широкополосного доступа**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:
- профессор каф. РТС Акулиничев Ю. П.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 7162

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-4	способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	Должен знать - физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем; - основные закономерности исторического процесса в науке и технике, этапы исторического развития радиотехники, место и значение радиосистем передачи информации в современном мире; - методологические основы и принципы современной науки; Должен уметь - формулировать и решать задачи, грамотно использовать математический аппарат и чис-ленные методы для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем; - готовить методологическое обоснование научных исследований и технических разработок в области радиосистем передачи информации; Должен владеть - математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования систем передачи информации; - навыками методологического анализа научных исследований и их результатов;
ОПК-5	готовностью учитывать при проведении исследований, проектировании, организации технологических процессов и эксплуатации инфокоммуникационных систем, сетей и устройств мировой опыт в вопросах технического регулирования, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности	
ПК-8	готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС	

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	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения	Берет ответственность за завершение задач в исследовании,

Согласована на портале № 7162

	изучаемой области	определенных проблем в области исследования	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-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 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	методологические основы и принципы современной науки	готовить методологическое обоснование научных исследований и технических разработок в области радиосистем передачи информации	методами исследования и моделирования систем передачи информации
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Выступление (доклад) на занятии; • Расчетная работа; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в

Согласована на портале № 7162

таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	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;

2.2 Компетенция ОПК-5

ОПК-5: готовностью учитывать при проведении исследований, проектировании, организации технологических процессов и эксплуатации инфокоммуникационных систем, сетей и устройств мировой опыт в вопросах технического регулирования, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования 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	принципы оформления результатов выполненной работы и нормативную документацию	грамотно составить план публикации	приемами аргументированной защиты результатов работы
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе;	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по

Согласована на портале № 7162

	• Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Собеседование; • Экзамен;	• Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Собеседование; • Экзамен;	индивидуальному заданию; • Выступление (доклад) на занятии; • Расчетная работа; • 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)	• 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;

2.3 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	передовые инфокоммуникационные технологии	использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы	современными методиками экспериментальных исследований

Согласована на портале № 7162

		проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС	
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Реферат; • Собеседование; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Реферат; • Собеседование; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • 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)	• 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;
Удовлетворительн	• Обладает базовыми	• Обладает основными	• Работает при прямом

Согласована на портале № 7162

о (пороговый уровень)	общими знаниями;	умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	наблюдении;

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 Вопросы на самоподготовку

– В чем разница понятий «информация» и «сигнал»? 2) Приведите примеры радиоэлектронных устройств, предназначенных не для передачи информации. 3) Назовите два основных признака того, что сигнал не несет информации. 4) Почему для математического описания сигналов используют вероятностные модели? 5) Может ли детерминированный сигнал переносить информацию? 6) Какие случайные события (величины) называются независимыми? 7) Что нужно задать для полного вероятностного описания: символа? последовательности символов? 8) Сформулируйте, в чем состоит отличие цифрового сигнала от дискретного, от непрерывного. 9) Что нужно задать для полного вероятностного описания: последовательности отсчетов сигнала; непрерывной случайной функции? 10) В чем отличие аддитивной помехи от мультипликативной? Приведите примеры каналов связи с такими помехами. 11) Какие преимущества дает представление сигналов как элементов векторного пространства? 12) В чем отличие Евклидова пространства от пространства Хемминга? 13) Будут ли линейно независимые сигналы ортогональными? – 1) Опишите этапы аналого-цифрового преобразования непрерывного сигнала. 2) Опишите этапы цифро-аналогового преобразования. 3) Изобразите обобщенную модель системы передачи информации. Опишите функции кодера и декодера. 4) Приведите несколько примеров преобразователей сообщения в первичный сигнал. 5) Зачем нужна модуляция? Назовите виды аналоговой модуляции гармонической несущей. 6) Назовите способы манипуляции гармонической несущей. Чем обусловлен выбор того или иного способа? 7) Каковы недостатки многопозиционных методов манипуляции гармонической несущей? 8) Из каких соображений выбирается шаг квантования непрерывного сигнала по напряжению? 9) Из каких соображений выбирается шаг квантования непрерывного сигнала по времени? 10) Дайте определения терминов: 17 4283 сообщение, сигнал, помеха, канал связи, линия связи, многоканальная связь, многостанционный доступ, техническая скорость передачи. 11) Почему шаг квантования непрерывного сигнала по времени выбирается меньше того значения, которое следует из теоремы отсчетов? 12) Укажите стандартную частоту квантования во времени (отсчетов/с) телефонного сигнала. 13) Укажите количество разрядов в стандартном АЦП, применяемом при преобразовании телефонного сигнала. 14) Что удобнее применять на практике — коррелятор или согласованный фильтр? – 1) Чем определяется корректирующая способность кода? Поясните на примере. 2) Какие коды называются корректирующими? 3) Что значит «обнаружить ошибки» при декодировании кодовой комбинации? 4) Что значит «исправить ошибки» при декодировании кодовой комбинации? 5) Каков характерный признак, позволяющий отличить кодовую таблицу линейного блочного кода от кодовых таблиц других кодов? 6) Что такое проверочная матрица линейного блочного кода? Как она используется при обнаружении ошибок в принятой комбинации? 7) Каков характерный признак, позволяющий отличить кодовую таблицу циклического кода от кодовых таблиц других кодов? 8) Чему равно количество комбинаций в кодовой таблице линейного блочного кода? 9) Почему в проверочной матрице не может быть нулевых столбцов, строк? 10) Какой смысл имеют строки проверочной матрицы? 11) По каким признакам можно определить, что проверочная матрица принадлежит коду, способному исправить любую одиночную ошибку? 12) Чем обусловлена популярность циклических кодов? Из каких логических элементов состоят кодер и декодер? 13) В чем заключается фундаментальное свойство комбинаций циклического кода? 14) Может ли помехоустойчивый код быть безизбыточным? 15) Почему декодирование по минимуму расстояния применяется редко? 16) Являются ли сверточные коды блочными и чем обусловлена их популярность? 17) Какова цель перемежения символов? 18) Какие способы комбинирования кодов используют в системах связи? – 1) Что такое собственная информация и энтропия дискретной

Согласована на портале № 7162

случайной величины? 2) При каких условиях максимальна энтропия совокупности двух символов и чему она равна? 3) Что такое избыточность дискретного источника? 4) Может ли равномерный код быть оптимальным (безизбыточным)? 5) Дайте определение взаимной информации переданного и принятого символов. Как влияет на ее величину интенсивность помех в канале связи? 6) Что такое избыточность сигнала? В каких случаях она полезна, а когда нет? 7) Когда полезно применять кодирование с малой избыточностью? 8) Какой смысл вкладывают в понятия: «кодирование источника», «канальное кодирование»? 9) Каково значение минимально-возможной средней длины кодовой комбинации? 10) Всегда ли удается закодировать сигнал так, чтобы избыточность на выходе кодера была нулевой? 11) Когда полезно кодировать блоки букв, а не отдельные буквы? 12) Какой способ разделения кодовых комбинаций применяется в кодах, обладающих малой избыточностью? 13) В чем заключается главный недостаток кодов Хаффмана и Шеннона—Фано? 14) Откуда берется кодовая таблица, используемая при кодировании кодом Лемпела—Зива? 15) От чего зависит пропускная способность непрерывного канала связи с аддитивным белым шумом? – 1) Дайте определения когерентной и некогерентной системы передачи информации (СПИ). 2) Сформулируйте задачу, решаемую демодулятором сигнала в цифровой СПИ. 3) Опишите преобразования принимаемых импульсов при демодуляции двоичного сигнала, не искаженного в канале передачи. 4) Приведите схему оптимального демодулятора двоичных сигналов в когерентной СПИ. 5) Приведите схему оптимального демодулятора двоичных сигналов в частично-когерентной СПИ при использовании ОФМ. 6) Запишите формулу для определения полной вероятности ошибки на выходе оптимального демодулятора двоичных сигналов в когерентной СПИ. 7) Запишите формулу для определения полной вероятности ошибки на выходе оптимального демодулятора двоичных сигналов в частично-когерентной СПИ при использовании ОФМ. 8) Почему в цифровых СПИ не применяются методы ОФМ с кратностью большей трех? 9) В которой из радиолиний — «Земля — ИСЗ» или «ИСЗ — Земля» — можно обеспечить более высокое качество передачи и почему? 10) Покажите, что при большом отношении сигнал/шум некогерентная СПИ мало уступает когерентной СПИ. 11) Укажите физические явления, приводящие к тому, что передаточные характеристики канала связи становятся случайными. 12) Дайте определение многолучевой линии. 13) При каких условиях становятся существенными искажения сигнала, обусловленные частотно-селективными замираниями? 14) Какой метод является основным для повышения устойчивости связи в каналах с замираниями? 15) Опишите 18 4283 методы комбинирования разнесенных сигналов. 16) Почему применение автоматической регулировки усиления при одиночном приеме сигнала в канале с замираниями не уменьшает вероятности ошибки при его демодуляции? 17) Всегда ли целесообразно применять помехоустойчивое кодирование для уменьшения итоговой битовой вероятности ошибки? 18) При каких условиях можно использовать мягкую процедуру вынесения решения в процессе приема цифровых сигналов? 19) Какой обработке подвергается цифровой сигнал в регенераторе? 20) Перечислите преимущества цифровых СПИ перед аналоговыми. 21) Какова суть порогового эффекта, характерного для цифровых СПИ и проявляющегося при изменении уровня полезного сигнала по отношению к уровню помех.

3.2 Тестовые задания

– 1. Тестовый контроль проводится по всем разделам дисциплины [1], а именно: Математические модели сигналов и помех Преобразования сигналов Кодирование канала Кодирование источника Демодуляция цифровых сигналов Многоканальная передача и многостанционный доступ Принципы построения сетей электросвязи Всего имеется 163 тестовых вопроса. Пример типовых вопросов для тестового контроля по разделу «Демодуляция цифровых сигналов»: 1. В когерентной СПИ генераторы несущей в передатчике и приемнике должны обладать такой стабильностью, чтобы фазы выдаваемых колебаний не расходились заметно в течение {импульса, сеанса связи, нескольких сотен импульсов}. 2. Некогерентной называется система передачи информации, в которой ожидаемые значения начальных фаз всех принимаемых импульсов {известны, неизвестны, оценивают в процессе приема}. 3. В {когерентной, некогерентной, частичнокогерентной} СПИ прием очередного импульса рассматривается как прием сигнала с известной начальной фазой. 4. В {когерентной, некогерентной, частично-когерентной} СПИ прием очередного импульса рассматривается как прием сигнала со случайной начальной фазой, равномерно распределенной в интервале 0–2π. 5. Битовая вероятность ошибки на

Согласована на портале № 7162

выходе демодулятора в двоичной когерентной СПИ при наличии аддитивного белого шума зависит лишь от: 1) величины разнесения несущих частот сигналов, соответствующих символам 0 и 1; 2) отношения амплитуд полезного сигнала и шума; 3) отношения энергии разностного сигнала к спектральной плотности мощности шума; 4) отношения энергий сигналов, соответствующих символам 0 и 1. 6. Помехоустойчивость при корреляционном приеме определяется: 1) величиной отношения средних мощностей сигнала и помехи на входе приемника в полосе сигнала; 2) мощностью сигнала на входе приемника; 3) мощностью шума на входе приемника; 4) отношением мощности шума на выходе приемника к мощности шума на входе. Пример типовых вопросов для тестового контроля по разделу "Многоканальная передача и многостанционный доступ" 116. Необходимое условие возможности линейного разделения канальных сигналов без взаимных помех в многоканальной СПИ: 1) сигналы должны быть аналоговыми; 2) сигналы должны быть линейно независимыми; 3) сигналы должны быть цифровыми; 4) сигналы должны быть случайными. 117. Синхронизация не требуется: 1) в многоканальных СПИ с временным разделением каналов; 2) в многоканальных СПИ с кодовым разделением каналов. 3) в многоканальных цифровых СПИ с частотным разделением каналов; 4) в многоканальных аналоговых СПИ с частотным разделением каналов. 118. Ортогональность канальных сигналов необходима: 1) для уменьшения требуемой полосы частот; 2) для упрощения устройства разделения каналов; 3) для увеличения отношения сигнал/шум; 4) для увеличения скорости передачи информации. 119. При уплотнении каналов в системе с ВРК используют: 1) мультиплексор; 2) набор полосовых фильтров; 3) блок генераторов N гармонических колебаний и смесителей; 4) блок N генераторов ортогональных двоичных последовательностей. 120. При уплотнении каналов в системе с ЧРК используют: 1) мультиплексор; 2) набор полосовых фильтров; 3) блок генераторов N гармонических колебаний и смесителей; 4) блок N генераторов ортогональных двоичных последовательностей. 121. Отличительное свойство синхросигнала: 1) он периодически повторяется; 2) начальный и конечный символы совпадают; 3) не может появиться в информационной последовательности.

3.3 Темы рефератов

– Способы разнесенных передачи и приема дискретных сообщений в условиях флуктуации амплитуд и фаз сигналов вследствие многолучевости. Шифрование речи в сотовых системах стандартов GSM и CDMA. Принципы реализация устройств защиты на микропроцессорной технике.

3.4 Темы домашних заданий

– 1) Дискретизация непрерывных сигналов, АЦП и ЦАП. 2) Линейные блочные коды, коды Хэмминга. 3) Циклические коды, коды БЧХ . 4) Скорость передачи информации. Пропускная способность канала. 5) Избыточность и кодирование в каналах без помех. 6) Демодуляция цифровых сигналов. 7) Многостанционный доступ. Типовые задачи. 1. Студент может получить зачет с вероятностью 0,3, не проработав весь материал, и с вероятностью 0,9, проработав весь материал курса. Какое количество информации о подготовленности студента к зачету можно получить по данным о результатах сдачи зачета? В среднем 90% студентов готовы к сдаче зачета. 2. Погрешность фазометра распределена нормально со с.к.о. 3°. Найти количество информации, получаемой при измерении значения начальной фазы радиосигнала, если она может с одинаковой вероятностью принять любое значение. 3. Вычислить пропускную способность стандартного телефонного канала с полосой (0,3 – 3,4) кГц, если шум в канале белый гауссов, а для обеспечения требуемого качества приёма необходимо иметь дБ. Как изменится это отношение при той же производительности источника, если сузить полосу канала до 0,8 кГц? 4. Сообщение на выходе источника без памяти состоит из букв, принимающих значение А и В с вероятностями 0,7 и 0,3. Произвести кодирование по методу Шеннона-Фано от-дельных букв, двух- и трехбуквенных блоков. Сравнить коды по их эффективности. 5. Составить кодовую таблицу, определить кодовое рас¬стояние и вычислить минимальное значение избыточности 3-разрядного двоичного кода, удовлетворяющего требованиям: а) код содержит максимальное количество кодовых слов; б) код обнаруживает все однократные ошибки; в) код исправляет все однократные ошибки. Построить геометрические модели полученных кодов.

Согласована на портале № 7162

3.5 Темы индивидуальных заданий

- Орбиты ИСЗ и диапазоны частот ССС .
- Работа с учебно-методическим пособием.
- Методы модуляции и структура радиосигналов.
- Прием М-ичного сигнала на фоне белого шума.
- Регенерация цифрового сигнала.

3.6 Вопросы на собеседование

- 1. В чем смысл разнесённого приёма сигналов и какие виды разнесения вы знаете? 2. Что изменится, если при определении всех информационных понятий изменить основание логарифма? Повлияет ли это на основные результаты, которые даёт теория информации? 3. Каково назначение кодирования в канале без помех? 4. Чем хорош или плох источник информации, обладающий большой энтропией? 5. Можно ли при помощи взаимной информации измерять степень зависимости случайных величин и ? Если это так, то чем это лучше оценки степени зависимости при помощи коэффициента корреляции?

3.7 Темы опросов на занятиях

- Цифровые сигналы. Дискретные сигналы. Последовательность гауссовских случайных величин. Непрерывные сигналы. Основные параметры: длительность, ширина спектра и динамический диапазон. Стационарный гауссовский случайный процесс. Белый шум. Узкополосный процесс. Аддитивные и мультипликативные помехи. Канал многолучевого распространения волн как фильтр со случайно изме-няющимися параметрами. Методы аналитического и геометрического представления сигналов и помех. Линейная цифровая фильтрация и генерирование последовательностей символов. Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. Базовые методы модуляции. Многопозиционные методы модуляции. Векторное представление сигналов. Спектры модулированных сигналов, межсимвольная интерференция. Последовательный и параллельный способы передачи. Собственная информация, энтропия. Избыточность и ее роль. Кодирование источника (эффективное кодирование). Цель сжатия данных и типы систем сжатия. Статистическое кодирование. Коды Шеннона-Фано, Хаффмана, блоковое кодирование. Словарные методы кодирования. Метод Лемпела–Зива. Методы сжатия с потерей информации. Цифровые каналы с помехами. Взаимная информация. Скорость создания и скорость передачи информации. Пропускная способность канала связи. Пропускная способность двоичного симметричного канала. Теоремы Шеннона о кодировании в дискретном канале с помехами. Информация в непрерывных сигналах. Пропускная способность непрерывного канала с аддитивным белым гауссовским шумом, формула Шеннона. Априорная информация о сигналах и помехах. Когерентные и некогерентные системы передачи информации. Постановка задачи об оптимальном демодуляторе (приемнике) цифровых сигналов. Критерии качества. Критерий максимума средней вероятности правильного приема. Решающая схема, построенная по правилу максимума апостериорной вероятности. Отношение правдоподобия. Оптимальный прием в канале с постоянными параметрами при наличии аддитивного белого шума. Вероятность ошибки при приеме многопозиционных сигналов. Прием сигнала в условиях многолучевости. Разнесенный прием. Способы разнесения. Регенерация цифрового сигнала в ретрансляторах. Поэлементный прием цифровых сигналов и прием "в целом". Способность кода обнаруживать и исправлять ошибки, кодовое расстояние. Линейные блочные коды. Код Хемминга. Циклические коды. Порождающий полином. Способы кодирования и декодирования циклических кодов. Декодирование в системах с каналом переспроса. Помехоустойчивость систем с обратной связью (ОС). Кодирование в каналах с мультипликативной помехой, перемежение символов. Особенности систем передачи информации, в которых применяется помехоустойчивое кодирование.

3.8 Темы докладов

- Технология MIMO и работа при наличии мультипликативных помех. Почему удобно использовать разные методы аналитического и геометрического представления сигналов и помех. Причины широкого использования псевдослучайных последовательностей. Основные методы сжатия с потерей информации. Поэлементный прием цифровых сигналов и прием "в целом".

Согласована на портале № 7162

3.9 Экзаменационные вопросы

– Преобразование неэлектрических сигналов в электрические. Коды, применяемые для кодирования текстов. АЦП и ЦАП. Компандирование аналогового сигнала. Формирование многоканального цифрового сигнала при использовании импульсно-кодовой модуляции (ИКМ) и разностных методов кодирования. Методы модуляции и структура радиосигналов. Синтез радиосигналов. Искажения в канале, межсимвольная интерференция. Прием М-ичного сигнала на фоне белого шума, корреляционный метод приема, битовая вероятность ошибки. Роль отношения сигнал/шум. Регенерация цифрового сигнала в ретрансляторах. Способы разнесенных передачи и приема дискретных сообщений в условиях флуктуации амплитуд и фаз сигналов вследствие многолучевости. Основы факсимильной передачи сообщений, модифицированный код Хафмана. Дифференциальная ИКМ с предсказанием, дельта-модуляция. Принципы преобразования речевой информации, вокодер, кодирование речи в сотовых системах стандарта GSM. Кодирование видеоизображения, MPEG-2. Псевдослучайные цифровые последовательности. Принципы защиты информации от несанкционированного доступа. Скремблирование цифровых сигналов. Шифрование речи в сотовых системах стандартов GSM и CDMA. Принципы криптозащиты с различными ключами на основе стандартов DES и RSA. Оптимальные системы сигналов для передачи в постоянном канале с белым шумом. Сигнально-кодовые конструкции. Симплексные коды, коды Адамара, биортогональные коды. Линейные блочные коды. Циклические коды, техника кодирования и декодирования. Коды Хэмминга, БЧХ, Рида–Соломона. Объединение кодов: композиционные и каскадные коды, турбо-коды. Перемежение символов во времени и по частоте при наличии пакетов ошибок. Сверточные коды. Техника кодирования. Методы декодирования: максимума правдоподо-бия, пороговый, последовательный, алгоритм декодирования Витерби. Мягкая и жесткая процедуры декодирования. Способы разделения каналов при МД: частотный, временной, кодовый. Иерархический принцип построения ЦСП. Структурная схема оконечной станции ЦСП, основные узлы обо-рудования. Формирование цикла передачи. Системы тактовой и цикловой синхронизации. Цифровой линейный тракт, коды в цифровом линейном тракте. Расширение спектра. Цели и методы: прямой последовательности и скачкообразной перестрой-ки частоты. Первичные и вторичные сети. Назначение и функции ВСС. Сигнализация в сети. Многоканальные цифровые системы передачи с ИКМ. Системы передачи по волоконно-оптическому кабелю. Принципы построения, методы модуляции оптического сигнала. SONET/SDH. Радиорелейные системы передачи. Общие сведения. Антенно-волноводные тракты.

3.10 Темы контрольных работ

– 1) Математическое описание сигналов и помех. 2) Кодирование источника. 3) Кодирование канала. 4) Ошибки при демодуляции. Регенерация цифрового сигнала

3.11 Темы расчетных работ

– Темы расчетных работ: 1) Математическое описание сигналов и помех. 2) Кодирование источника. 3) Кодирование канала. 4) Ошибки при демодуляции. Регенерация цифрового сигнала. Типовой пример расчетной работы: Расчетная работа 4, дата сдачи :xxx Каждую из работ представить в виде отдельной брошюры. Все расчеты сопровождать подробными пояснениями вплоть до подстановки численных значений. После завершения всех вычислений по каждой из задач результаты округляются до двух знаков после десятичной точки и приводятся в виде таблицы в том же порядке, как они даны в задании. Последнее (дополнительное) значение в таблице ответов – это сумма S всех приведенных в ней значений (контрольная сумма). 1) Номер варианта работы равен номеру N студента в списке группы. 2) Файл в формате Word 2003 с именем “Фамилия-Группа-Номер работы” направлять по адресу: xxx@mail.ru. Использовать подтверждение об открытии сообщения. Возможно представление твердой копии. 3) Оформление в соответствии со стандартом ТУСУР. Обязательны ссылки на источники, в т. ч. студенческие. 4) Баллы по работам, представленным позже 24 час указанной даты, начисляются в половинном размере. 5) Работы, содержащие признаки копирования, даже с подстановкой собственных данных, рассматриваться не будут. Задача 1 1) Битовая вероятность ошибки при передаче цифрового сигнала Источник информации создает цифровой поток В мегабит в секунду. На вход ра-диолинии с выхода передатчика подается последовательность двоичных радиоимпульсов, модулированных по закону М (М=1 для АМ, М=2 для ЧМ с ортогональными сигналами, М=3 для ФМ). Задана

Согласована на портале № 7162

требуемая вероятность битовой ошибки Рош на выходе опти-мального когерентного демодулятора Рош и величина ослабления в линии F. На входе приемника присутствует аддитивный белый гауссовский шум со спектральной плотно-стью No. Определить требуемую среднюю мощность W передаваемых сигналов обоих видов (0 и 1) без использования корректирующего кода (W1), при использовании (n,k)-кода Хэмминга в режиме исправления ошибки (W2) и в режиме обнаружения ошибки (W3). Определить в каждом из режимов вероятность битовой ошибки на выходе линии связи (декодера) (РБ1, РБ2, РБ3). При расчетах считать, что вероятность ошибки в канале переспроса (режим обнаружения ошибки) пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью появления искаженной комбинации на выходе декодера. Примечания: 1) 1пВт=10-12 Вт. 2) При вычислении отношения сигнал/шум необходимо учитывать, что длительность передаваемых импульсов должна уменьшаться при увеличении избыточности, чтобы обеспечить заданную скорость передачи В информационных символов. Задача 2 1) Регенерация цифрового сигнала при передаче на большие расстояния На кабельной линии, содержащей n регенерационных участков, регенерация двоичных импульсов в полном смысле этого слова проводится лишь в обслуживаемых регенерационных пунктах (ОРП), размещенных на каждом m-м участке. На остальных участках размещены необслуживаемые регенерационные пункты (НРП), в которых входной сигнал лишь усиливается. Определить вероятность ошибки при демодуляции сигнала на выходе некогерентной линии Рош, если при n=1 эта величина известна [1]. Найти отношение сигнал/шум q1, которое потребовалось бы для обеспечения той же вероятности ошибки Рош на выходе линии для двух случаев: 1) все регенераторы – это НРП (qНРП, дБ); 2) все регенераторы – это ОРП (qОРП, дБ).

3.12 Темы лабораторных работ

- Расширение спектра.
- Способы разделения каналов при МД: частотный, временной, кодовый.
- Сотовые и спутниковые системы связи.
- Слайдовые презентации, учебно-методическое пособие.
- Современные ССС.
- Работа с учебно-методическим пособием, подготовка к лабораторной работе.

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. Теория электрической связи: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. . - 2015. 196 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5858, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. – М: Радио и связь, 2000. – 800 с.,. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

2. Крук Б.И., Попантонопуло В.Н., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 1 – Современные технологии/ Под ред. проф. В.П. Шувалова. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Горячая линия –Телеком 2005. – 648 с.: ил., (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Теория электрической связи: 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/1758, свободный.

2. Теория электрической связи: Учебно-методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2015. 124 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5860, свободный.

Согласована на портале № 7162

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУРа - http://edu.tusur.ru.
2. Библиотека ТУСУРа - http://lib.tusur.ru.
3. Операционная система Windows.
4. MathCad

Согласована на портале № 7162