МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	6 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8	16	часов
2	Лабораторные работы	0	4	4	часов
3	Контроль самостоятельной работы	2	2	4	часов
4	Всего контактной работы	10	14	24	часов
5	Самостоятельная работа	94	85	179	часов
6	Всего (без экзамена)	104	99	203	часов
7	Подготовка и сдача экзамена / зачета	4	9	13	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	216	часов
				6.0	З.Е.

Контрольные работы: 5 семестр - 1; 6 семестр - 1
Зачет: 5 семестр
Экзамен: 6 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 28.02.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 44036

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 12 от « 4 » 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

старший преподаватель каф. ТЭО _____ А. В. Гураков

доцент каф. РТС _____ А. С. Бернгардт

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО _____ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф. ТОР _____ А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО) _____ Ю. В. Морозова

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ В. А. Громов

Согласована на портале № 44036

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Ознакомить студентов с основными принципами и методами современной статистической теории обработки сигналов, а именно: с методами вероятностного описания случайных процессов с помощью плотностей вероятностей и моментных функций; корреляционной и спектральной теорией случайных процессов; методами синтеза оптимальных систем.

Познакомить с технологиями мобильной связи, а именно: существующими системами беспроводного доступа, принципами их функционирования и методами оценки пропускной способности; особенностями распространения радиоволн используемых диапазонов частот; влиянием многолучёвости каналов распространения на пропускную способностью беспроводных каналов; используемыми методами модуляции и помехоустойчивого кодирования; использованием пространственно-временных методов передачи; способами выравнивания характеристик канала; технологией модуляции на нескольких несущих; широкополосными системами передачи; технологиями мультиплексирования каналов; сотовой организацией сетей связи.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенций, позволяющих на математическом и физическом уровне понимать сущность оптимальных преобразований сигналов в системах беспроводного доступа при наличии мешающих факторов в виде собственного шума приемно-усилительных устройств и внешних помех и оценить их влияние на пропускную способность системы. Вместе с тем задачей курса является формирование базовых знаний, умений и навыков в части применения метода статистического моделирования на ЭВМ для расчета оценок вероятностных характеристик инфокоммуникационных систем, определяющих их качество при обнаружении, различении и измерении параметров сигналов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи» (Б1.В.ДВ.2.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи, Теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи, Информатика, Математика, Сигналы электросвязи, Теория вероятностей и математическая статистика, Теория электрических цепей.

Последующими дисциплинами являются: Теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи, Теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи, Общая теория связи, Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных, Сети связи и системы коммутации.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-7 готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта;

– ПК-16 готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** математические модели сигналов и помех; принципы и основы статистической теории обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигналов при наличии помех; физический и содержательный смысл и взаимосвязь параметров сигнала, которые определяют потенциальные характеристики систем обнаружения (различения) и оценки параметров при наличии собственного шума приемных устройств; типовые структуры оптимальных систем обработки сигналов при их обнаружении (различении) и оценке параметров на фоне шума приемных устройств; физические основы и технические возможности современных технологий мобильной связи; принципы многоканальной передачи и распределения информации; области применения, типы контента и требования к качеству услуг, обеспечиваемых различными современными технологиями мобильной связи.

– **уметь** аргументировано изложить постановку задачи статистического синтеза опти-

Согласована на портале № 44036

мального обнаружителя – различителя полезного сигнала на фоне помехи; выполнять типовые расчеты вероятностных характеристик систем обнаружения и передачи информации; выбирать на практике тип современной технологии для организации мобильной связи конкретного проекта; разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники структурные схемы систем связи и архитектуру соответствующих мобильных сетей с учетом условий их эксплуатации, включая требования экономики, качества предоставляемых услуг, охраны труда и окружающей среды; обоснованно выбирать функциональные блоки систем и сетей связи с учетом требований электромагнитной совместимости, технологичности, удобства и надежности эксплуатации, экономической и спектральной эффективности; осуществлять расчет или обоснованный выбор значений параметров функциональных блоков систем связи на основе результатов анализа требований к качеству предоставляемых услуг, стремясь к их технико-экономической оптимизации; проводить имитационный или натурный эксперимент по измерению основных показателей и характеристик систем и их функциональных блоков; быть готовым осваивать принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности используемого оборудования и средств передачи информации, осуществлять их техническую эксплуатацию.

– **владеть** специальной терминологией; способами статистического описания свойств сигналов и помех; общей методологией статистического анализа устройств обработки сигналов и синтеза оптимальных систем обработки сигналов в инфокоммуникационных системах; первичными навыками выбора функциональных блоков систем беспроводной связи и их объединения для совместной работы при составлении проекта системы, его реализации и технической эксплуатации;

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		5 семестр	6 семестр
Контактная работа (всего)	24	10	14
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	16	8	8
Лабораторные работы	4	0	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
Самостоятельная работа (всего)	179	94	85
Подготовка к контрольным работам	88	47	41
Оформление отчетов по лабораторным работам	4	0	4
Подготовка к лабораторным работам	8	0	8
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	79	47	32
Всего (без экзамена)	203	104	99
Подготовка и сдача экзамена / зачета	13	4	9
Общая трудоемкость, ч	216	108	108
Зачетные Единицы	6.0		

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Согласована на портале № 44036

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	СРП, ч	Лаб. раб., ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Сигналы и помехи в радиотехнических системах.	1	0	2	14	15	ПК-16, ПК-7
2 Статистические модели сигналов в радиотехнических системах.	1	0		16	17	ПК-16, ПК-7
3 Основы статической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех.	1	0		16	17	ПК-16, ПК-7
4 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала.	1	0		16	17	ПК-16, ПК-7
5 Рекурсивная фильтрация сообщений.	2	0		16	18	ПК-16, ПК-7
6 Разрешение сигналов.	2	0		16	18	ПК-16, ПК-7
Итого за семестр	8	0	2	94	104	
6 семестр						
7 Общие сведения о системах беспроводной связи.	1	0	2	9	10	ПК-16, ПК-7
8 Речевые кодеры и декодеры.	1	0		9	10	ПК-16, ПК-7
9 Помехоустойчивое кодирование в системах беспроводной связи.	1	0		9	10	ПК-16, ПК-7
10 Модуляция в системах беспроводной связи.	1	4		21	26	ПК-16, ПК-7
11 Особенности распространения радиоволн в системах беспроводной связи.	1	0		9	10	ПК-16, ПК-7
12 Замирания и методы борьбы с ними.	1	0		9	10	ПК-16, ПК-7
13 Методы многостанционного доступа в системах беспроводной связи.	1	0		9	10	ПК-16, ПК-7
14 Перспективные направления развития систем беспроводной связи.	1	0		10	11	ПК-16, ПК-7
Итого за семестр	8	4	2	85	99	
Итого	16	4	4	179	203	

Согласована на портале № 44036

5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Сигналы и помехи в радиотехнических системах.	Общее описание сигналов и помех. Классификация сообщений и помех. Свойства радиосигнала как переносчика сообщения. Функция различия сигнала. Частотно-временная корреляционная функция сигнала. Ширина функции неопределенности вдоль осей время частота. Примеры функций неопределенности импульсных сигналов. Стационарная случайная помеха с гауссоовым распределение вероятности. Белый шум.	1	ПК-16, ПК-7
	Итого	1	
2 Статистические модели сигналов в радиотехнических системах.	Радиоканал и его свойства. Полезный сигнал на выходе радиоканала. Модели сигнала в однолучевом и много лучевом каналах. Нормальная (гауссова) модель сигнала. Статистические, корреляционные и спектральные свойства огибающей и фазы.	1	ПК-16, ПК-7
	Итого	1	
3 Основы статической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех.	Краткая характеристика задач статистической теории. Согласованный линейный фильтр. Примеры построения согласованных фильтров. Обнаружение и различение сигналов при наличии помех. Другие критерии оптимальности обнаружения и различения. Различие двух детерминированных сигналов на фоне белого гауссова шума. Структура оптимальных устройств.	1	ПК-16, ПК-7
	Итого	1	
4 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала.	Оценки параметров сигнала и их свойства. Основные способы формирования оценок неизвестных параметров сигналов при наличии помех. Статистические свойства оценок МНК. Пример оценки неизвестного скалярного параметра. Общая структурная схема оптимального измерителя параметра сигнала известной формы. Оптимальная оценка амплитуды детерминированного сигнала при наличии белого гауссова шума. Статистические характе-	1	ПК-16, ПК-7

Согласована на портале № 44036

	ристики оценок максимума правдоподобия. Оптимальная оценка начальной фазы радиоимпульса. Информация по Фишеру. Неравенство Крамера-Рао.		
	Итого	1	
5 Рекурсивная фильтрация сообщений.	Среднеквадратичная регрессия, Линейная среднеквадратичная регрессия. Рекурсивная оценка параметров линейной регрессии. Оптимальная линейная фильтрация. Фильтры Калмана.	2	ПК-16, ПК-7
	Итого	2	
6 Разрешение сигналов.	Разрешение по времени запаздывания. Простые и сложные сигналы. Совместное разрешение сигналов по времени запаздывания и частоте.	2	ПК-16, ПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		8	
6 семестр			
7 Общие сведения о системах беспроводной связи.	Назначение и краткая характеристика сетей беспроводной связи. Классификация беспроводных коммуникаций. Примеры систем беспроводной связи. Системы подвижной радиосвязи. Примеры беспроводных персональных сетей. Организация локальных беспроводных сетей. Широкополосный беспроводной доступ к Internet. Радиорелейные линии связи. Модель цифровой системы передачи данных.	1	ПК-16, ПК-7
	Итого	1	
8 Речевые кодеры и декодеры.	Импульсно-кодовая модуляция (G.711). Дифференциальная импульсно-кодовая модуляция. Адаптивная импульсно-кодовая модуляция (G.721, G.726). Разновидности дельта-модуляции. Дельта-модуляция. Адаптивная дельта-модуляция. Кодирование с линейным предсказанием (G.728, G.729, G723). Векторное квантование. Линейное предсказание с кодовым возбуждением. Линейное предсказание с возбуждением векторной суммой.	1	ПК-16, ПК-7
	Итого	1	
9 Помехоустойчивое кодирование в системах беспроводной связи.	Понятие избыточного кодирования. Классификация кодов. Блочные коды. Линейные и циклические блочные коды. Порождающая и проверочная матрицы линейного блочного кода. Порождающая и проверочная матрицы циклического блочного кода. Свёрточные коды. Перемежение. Каскадное кодирование. Турбо-кодирова-	1	ПК-16, ПК-7

Согласована на портале № 44036

	ние.		
	Итого	1	
10 Модуляция в системах беспроводной связи.	Аналоговые методы модуляции. Квадратурный модулятор. Сигналы с угловой модуляцией. Аналоговая фазовая модуляция PM. Аналоговая частотная модуляция FM. Однотональная угловая модуляция. Структурные схемы модуляторов. Частотно-манипулированные сигналы. FSK, MSK, GMSK. Частотная манипуляция FSK. Частотная манипуляция с минимальным сдвигом. Фазовая манипуляция. BPSK, DBPSK, QPSK и их разновидности. Двоичная фазовая манипуляция (BPSK). Дифференциальная BPSK (DBPSK). Квадратурная фазовая манипуляция QPSK. Разновидности квадратурной фазовой манипуляции. Амплитудно-фазовые виды модуляции.	1	ПК-16, ПК-7
	Итого	1	
11 Особенности распространения радиоволн в системах беспроводной связи.	Затухание и искажение сигнала. Распространение волн в атмосфере. Поглощение. Ослабление сигнала из-за дальности. Затухание Рэлея. Особенности распространения радиоволн в УКВ- и СВЧ-диапазоне. УКВ-диапазон (f = 30 МГц ÷ 3 ГГц, λ = 10 ÷ м). СВЧ-диапазон (f = 3 ÷ 300 ГГц, λ = 10 см ÷ 1 мм). Характер распространения радиоволн в системах связи с подвижными объектами. Частотные диапазоны. Интерференция. Внутриканальная помеха. Межканальная интерференция. Интермодуляционная интерференция. Разделение спектра радиочастот на каналы. Парные каналы. Промежутки между каналами. Сигнальные каналы. Модели расчета потерь мощности сигнала. Распространение сигнала в свободном пространстве. Распространение сигнала в реальных условиях. Двухлучевая модель распространения. Модель Окамуры. Модель Ли. Модель Хата. Модель COST231-Хата. Модель COST231-Уолфиш-Икегами. Примеры расчёта потерь при распространении сигнала. Оценка потерь при распространении сигнала внутри помещений. Модель с одним наклоном. Модель со многими стенами. Модель линейного ослабления.	1	ПК-16, ПК-7
	Итого	1	
12 Замирания и методы борьбы с	Виды замираний. Медленные замирания. Запас на медленные замирания. Быстрые	1	ПК-16, ПК-7

Согласована на портале № 44036

ними.	замирания. Запас на замирание для рэлеевского распределения уровня сигнала. Разнесённый приём. Пространственное разнесение. Частотное разнесение. Временное разнесение. Многолучевое разнесение. Поляризационное разнесение. Разнесение при передаче.		
	Итого	1	
13 Методы многостанционного доступа в системах беспроводной связи.	Принципы многостанционного доступа с частотным разделением каналов МДЧР. Принципы многостанционного доступа с временным разделением каналов МДВР. Принципы многостанционного доступа с кодовым разделением каналов МДКР. Многостанционный доступ с ортогональным разделением частот.	1	ПК-16, ПК-7
	Итого	1	
14 Перспективные направления развития систем беспроводной связи.	Эволюция NGN. IPMultimedia Subsystem. Общие сведения о мультимедийной IP-подсистеме. Архитектура IMS. Долговременная эволюция LTE-A/SAE. Обзор архитектуры LTE. Протоколы доступа. Логические каналы сетевого уровня.	1	ПК-16, ПК-7
	Итого	1	
Итого за семестр		8	
Итого		16	

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 представлены 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	9	10	11	12	13	14
Предшествующие дисциплины														
1 Теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Информатика								+	+	+				
4 Математика	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	

Согласована на портале № 44036

5 Сигналы электросвязи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6 Теория вероятностей и математическая статистика		+	+	+										
7 Теория электрических цепей	+	+					+	+		+				
Последующие дисциплины														
1 Теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Общая теория связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5 Сети связи и системы коммутации	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	СРП	Лаб. раб.	КСР	Сам. раб.	
ПК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Тест
ПК-16	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 44036

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
10 Модуляция в системах беспроводной связи.	Исследование аналого-цифрового преобразователя. Фазовая манипуляция QPSK. Передача и приём двух сигналов с кодовым разделением канала.	4	ПК-16, ПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
5 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-16, ПК-7
6 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-16, ПК-7
Итого		4	

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
5 семестр				
1 Сигналы и помехи в радиотехнических системах.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-16, ПК-7	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	7		
	Итого	14		
2 Статистические модели сигналов в радиотехнических системах.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-16, ПК-7	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	8		
	Итого	16		
3 Основы статической теории	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-16, ПК-7	Зачет, Контрольная работа, Тест, Экзамен

Согласована на портале № 44036

обнаружения и различения сигналов при наличии помех.	Подготовка к контрольным работам	8		
	Итого	16		
4 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-16, ПК-7	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	8		
	Итого	16		
5 Рекурсивная фильтрация сообщений.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-16, ПК-7	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	8		
	Итого	16		
6 Разрешение сигналов.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-16, ПК-7	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	8		
	Итого	16		
	Выполнение контрольной работы	2	ПК-16, ПК-7	Контрольная работа
Итого за семестр		94		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
6 семестр				
7 Общие сведения о системах беспроводной связи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-16, ПК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	5		
	Итого	9		
8 Речевые кодеры и декодеры.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-16, ПК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	5		
	Итого	9		
9 Помехоустойчивое кодирование в системах беспроводной	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-16, ПК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	5		

Согласована на портале № 44036

связи.	Итого	9		
10 Модуляция в системах беспроводной связи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-16, ПК-7	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	5		
	Итого	21		
11 Особенности распространения радиоволн в системах беспроводной связи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-16, ПК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	5		
	Итого	9		
12 Замирания и методы борьбы с ними.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-16, ПК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	5		
	Итого	9		
13 Методы многостанционного доступа в системах беспроводной связи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-16, ПК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	5		
	Итого	9		
14 Перспективные направления развития систем беспроводной связи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-16, ПК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	10		
	Выполнение контрольной работы	2	ПК-16, ПК-7	Контрольная работа
Итого за семестр		85		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		192		

Согласована на портале № 44036

10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Тисленко В.И. Статистическая теория радиотехнических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Тисленко. - Томск ФДО, ТУСУР, 2016. - 160 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 23.08.2018).
2. Кокорева Е. В. Теоретические основы современных технологий беспроводной связи [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. В.Кокорева. — Томск Эль Контент, 2014. — 144 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 23.08.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Акулиничев, Ю.П. Теория электрической связи [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Ю.П. Акулиничев. — Электрон. дан. — Москва ТУСУР, 2012. — 202 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/10853 (дата обращения: 23.08.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Кокорева Е.В. Теоретические основы современных технологий беспроводной связи [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе. / Е.В. Кокорева, А.С. Белезекова.— Томск Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2014. — 81 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 23.08.2018).
2. Бернгардт А.С. теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / А.С. Бернгардт, С. В. Мелихов. – Томск ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 23.08.2018).
3. Тисленко В.И. Статистическая теория радиотехнических систем : электронный курс / В.И. Тисленко. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2016. Доступ из личного кабинета студента.
4. Кокорева Е. В. Теоретические основы современных технологий беспроводной связи : электронный курс / Е. В. Кокорева. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2014. Доступ из личного кабинета студента.
5. Аникин А. С. Статистическая теория радиотехнических систем / А. С. Аникин [Электронный ресурс]: примеры решения задач. – Томск ФДО ТУСУР, 2016. – 10 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 23.08.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

Согласована на портале № 44036

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Рекомендуется использовать источники из списка https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh (со свободным доступом). ЭБС «Юрайт»: www.biblio-online.ru (доступ из личного кабинета студента по ссылке https://biblio.fdo.tusur.ru/). ЭБС «Лань»: www.e.lanbook.com (доступ из личного кабинета студента по ссылке http://lanbook.fdo.tusur.ru).

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– 7-zip
– Google Chrome
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
– MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
– Microsoft Windows
– OpenOffice
– ScicosLab (с возможностью удаленного доступа)

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– 7-zip
– Google Chrome
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
– MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
– Microsoft Windows
– OpenOffice

Согласована на портале № 44036

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. В радиолокационных и радионавигационных системах сообщением является функция, определяющая изменение во времени …

а) амплитуды и фазы сигнала.

б) только амплитуды сигнала.

в) только фазы сигнала.

г) дальности и угловых координат объекта

Согласована на портале № 44036

2. Физическим процессом, мешающим достоверному воспроизведению (извлечению) сообщения, является…

а) напряжение,

б) электрический ток,

в) мощность,

г) сигнал

д) помеха,

е) электромагнитное поле.

3. Плотность распределения вероятности перехода свойственна … процессу.

а) гауссовскому.

б) винеровскому.

в) экспоненциальному.

г) марковскому.

4. К виду модуляции второй степени в радиотехнических системах с поднесущей типа импульсная последовательность относятся…

а) АИМ.

б) ВИМ.

в) ШИМ.

г) КИМ.

д) ОФМ.

5. Энергия полезного сигнала количественно определяется как интеграл по времени … за время его длительности.

а) сигнала.

б) от параметра сигнала.

в) от квадрата параметра сигнала.

г) = квадрата сигнала.

6. Значение функции неопределённости при нулевом временном и частотном сдвигах сигналов друг относительно друга равно …

а) 0,5.

б) 2.

в) 1,5.

г) = 1.

д) 0.

7. Временная корреляционная функция случайного процесса с ограниченной по полосе dF равномерной спектральной плотностью мощности обращается в нуль в момент времени ...

а) 0,5dF.

б) 2dF.

в) 0,5/dF.

г) 2/dF.

8. Автокорреляционная функция шума с постоянной спектральной плотностью в ограниченной полосе частот описывается функционально …

а) дельта-функцией.

б) функцией sin(x).

в) функцией sin(x)/x.

г) функцией 1/x.

9. Если по принятой реализации сигнала на заданном интервале времени следует наилучшим образом принять решение о том, какой из двух сигналов присутствует на входе приёмника, то

Согласована на портале № 44036

такая задача называется задачей…

а) различения.

б) разрешения.

в) оценки параметров сигнала.

г) фильтрации.

10. Импульсная характеристика согласованного фильтра полностью определяется…

а) длительностью сигнала.

б) амплитудой сигнала.

в) амплитудно-частотным спектром сигнала.

г) фазо-частотным спектром сигнала.

д) формой сигнала.

11. Устройство, определяющее для различения двух полностью известных сигналов, отличие выходных сигналов двух разных интеграторов, на вход которых подаются произведение принятого сигнала и каждого из сигналов, называется …

а) детектором.

б) пороговым устройством.

в) согласованным фильтром.

г) преобразователем частоты двух сигналов.

д) корреляционным приёмником.

12. Диагональные элементы дисперсионной матрицы ошибок оценивания имеют смысл…

а) второго начального момента ошибки.

б) математического ожидания ошибки.

в) = среднего квадрата ошибки.

г) корреляционного момента ошибок.

13. Простая функция потерь применяется в задачах …

а) передачи информации в радиодиапазоне.

б) определения координат цели радиолокационными методами.

в) радионаведения.

г) определения дальности радиолокатором.

14. Линейная оценка случайного информативного параметра как функция одного случайного наблюдения представляет собой …

а) уравнение Винера-Хопфа.

б) уравнение Винера-Хинчина.

в) уравнение линейной регрессии.

г) интервальную оценку.

15. Повысить разрешающую способность сигнала по времени задержки для простых сигналов возможно …

а) только за счёт уменьшения его длительности.

б) только за счёт увеличения его длительности.

в) за счёт увеличения длительности и полосы спектра сигнала.

г) за счёт уменьшения длительности и полосы спектра сигнала.

16. Максимальное значение полной вероятности ошибки различителя равно …

а) 1.

б) -1.

в) 0,5.

г) 2.

Согласована на портале № 44036

17. Свойство стационарности случайного процесса заключается в том, что n-мерная плотность распределения вероятностей с течением времени ...

а) увеличивается.

б) уменьшается.

в) не изменяется.

г) меняется случайно.

18. В первом приближении при большом отношении сигнал/шум максимально правдоподобная оценка параметра является…

а) смещённой.

б) несмещённой.

в) неэффективной.

г) несостоятельной.

19. Математическое ожидание параметров, оцениваемых на основе всех выборочных значений, поступивших к предыдущему моменту времени, при рекурсивной оценке параметров линейной регрессии представляет собой …

а) условную оценку вектора параметров.

б) оценку наблюдения.

в) невязку.

г) условную ковариацию оценки.

20. Представление случайного сигнала путём решения интегрального уравнения, нахождения собственных функций и соответствующих чисел оператора относится к …

а) методу канонических разложений Пугачева.

б) разложению Карунена-Лоэва.

в) концепции спектрального представления сигнала.

г) концепции формирующего фильтра.

14.1.2. Экзаменационные тесты

1. Сети какого стандарта используют алгоритмы шифрования WEP, WEP+, WPA?

а) IEEE 802.3.

б) IEEE 802.11.

в) GPRS/EDGE.

г) IEEE 802.8.

2. Какие из приведённых ниже систем и сетей являются системами подвижной связи?

а) Система телефонной связи общего пользования.

б) Сеть транкинговой связи.

в) Система сотовой связи.

г) Биллинговая система.

3. Какие сообщения НЕ могут передаваться в системах персонального радиовызова?

а) Мультимедийные.

б) Тональные.

в) Цифровые.

г) Речевые.

4. Недостаток схемы линейного квантования в аналого-цифровом преобразователе заключается в том, что:

а) отношение мощности сигнала к мощности шума квантования уменьшается с уменьшением амплитуды сигнала;

б) скорость передачи речевого сигнала уменьшается пропорционально шагу квантования;

в) частоту дискретизации приходится увеличивать пропорционально уменьшению амплитуды сигнала.

Согласована на портале № 44036

5. Какова скорость передачи при адаптивной дифференциальной импульсно-кодовой модуляции с частотой дискретизации 8 кГц?

а) 16 кбит/с.

б) 32 кбит/с.

в) 4 кбит/с.

г) 64 кбит/с.

6. Какие из представленных ниже терминов НЕ относятся к речевым кодекам?

Векторное квантование.

Каскадное кодирование.

Дифференциальное манчестерское кодирование.

Линейное предсказание с кодовым возбуждением.

7. Для помехоустойчивого кодирования к k-битовым информационным блокам добавляется избыточных бит. При этом из получившихся n-битовых последовательностей в качестве кодовых слов выбираются последовательностей таким образом, чтобы:

а) каждая пара последовательностей в сумме по модулю 2 давала 0;

б) поразрядное умножение каждой пары последовательностей давало 0;

в) они отличались друг от друга в максимальном числе разрядов;

г) поразрядное умножение каждой пары последовательностей давало 1.

8. Из приведённых ниже выберите термины, относящиеся к помехоустойчивому кодированию.

а) Свёрточное кодирование.

б) Блочное кодирование.

в) Кодирование с линейным предсказанием.

г) Линейное предсказание с кодовым возбуждением.

9. По выполняемой функции помехоустойчивые коды делятся:

а) на коды исправления ошибок;

б) на коды Рида-Соломона;

в) на коды обнаружения ошибок;

г) на потенциальные коды;

10. При применении порождающей матрицы блочных кодов кодовое слово получается:

а) сложением порождающей и проверочной матриц;

б) перемножением блока информации с проверочной матрицей;

в) перемножением блока информации с порождающей матрицей;

г) нахождением определителя порождающей матрицы.

11. Перемежители помехоустойчивых кодов бывают:

а) Рида-Соломона;

б) циклические;

в) блочные;

г) свёрточные.

12. Турбо-кодирование заключается в применении:

а) двух каскадных кодеров подряд;

б) двух кодеров рекурсивного систематического кода (англ. Recursive Systematic Code - RSC), перемежителя и устройства уплотнения и перфорирования;

в) нескольких кодеров с перемежителями между ними;

г) уравнений чётности.

Согласована на портале № 44036

13. Максимальная эффективность использования спектра для нисходящей передачи LTE-A:
а) 500 бит/с/Гц;
б) 64 бит/с/Гц;
в) 15 БИТ/С/ГЦ;
г) 30 БИТ/С/ГЦ.

14. Какая из приведённых ниже аббревиатур НЕ относится к логическим каналам управления LTE?
а) BCCH – Broadcast Control Channel.
б) PRACH – Packet Random Access Channel.
в) DCCH – Dedicated Control Cannel.
г) CCCH – Common Control Channel.

15. Протоколы плоскости пользователя UE-eNB служат:
а) для поддержки хэндовера;
б) для сжатия заголовков;
в) для шифрования данных;
г) для маршрутизации.

16. Для связи узлов eNodeB (eNB) с EPC в системе LTE служит интерфейс:
а) S1;
б) Gi;
в) IuB;
г) X2.

17. Какой из перечисленных стандартов отвечает всем требованиям, предъявляемым к беспроводным сетям 4-го поколения?
а) UMTS.
б) LTE-Advanced.
в) W-CDMA.
г) EDGE.

18. Какую полосу частот занимает передача одного символа QPSK за время передачи одного символа SC-FDMA?
а) 15 МГц.
б) 25 МГц.
в) 15 кГц.
г) 60 кГц.

19. Код Грея получается путем применения над двоичными числами поразрядной операции:
а) «ИЛИ»;
б) «И»;
в) «Исключающее ИЛИ»;
г) «НЕ».

20. Какое из приведённых ниже утверждений является верным для метода кодового разделения каналов CDMA?
а) Каждый частотный канал разделяется во времени между несколькими пользователями.
б) Общий диапазон частот разделяется на отдельные стационарные частотные каналы. Каждый абонент использует свою собственную частоту.
в) Абоненты занимают одновременно один и тот же диапазон частот и различаются кодовыми последовательностями.
г) Метод кодового разделения каналов использует блочные и свёрточные коды для расширения спектра.

Согласована на портале № 44036

14.1.3. Темы контрольных работ

Теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи:

1. Какой диапазон электромагнитного спектра используется в спутниковых сетях?
а) Инфракрасные волны.
б) Ультранизкие частоты.
в) Высокие частоты.
г) Сверхвысокие частоты.

2. По дальности действия беспроводные сети бывают следующих видов:
а) беспроводные персональные сети WPAN;
б) беспроводные локальные сети WLAN;
в) цифровые абонентские линии xDSL;
г) беспроводные глобальные сети WWAN.

3. Какая из приведённых ниже систем НЕ относится к системам беспроводной связи?
а) Радиорелейные системы связи.
б) ZigBee.
в) ADSL.
г) WiMAX.

4. Какая функция используется в нелинейной схеме сжатия ИКМ?
а) Степенная.
б) Логарифмическая.
в) Тригонометрическая.
г) Экспоненциальная.

5. Разрядность квантователя разности между реальным и предсказанным значением в АДИКМ:
а) 4 бит;
б) 8 бит;
в) 16 бит;
г) 32 бит.

6. Задан непериодический импульсный радиосигнал с прямоугольной огибающей амплитудой 1 В, центральной частотой 10 Гц и начальной фазой равной 3 радиан.

Определить ширину (в секундах) огибающей временной корреляционной функции радиосигнала на уровне 0,75, если его длительность равна 3 с. При расчёте энергии сигнала пренебречь вкладом высокочастотной составляющей.

7. Задан радиоимпульс с ЛЧМ-модуляцией, у которого параметр, определяющий длительность радиоимпульса, 5 1/с, а параметр, определяющий частотную модуляцию, 100 рад/с^2.

Определить коэффициент сжатия временной автокорреляционной функции радиоимпульса с ЛЧМ-модуляцией.

8. Сигнал на входе приёмника представляет собой сумму сигналов регулярной составляющей амплитудой 5 В и сигнала случайной составляющей, квадратурные компоненты которого имеют нормальное распределение с нулевым средним значением при напряжении 10 В.

Определить вероятность P того, что сигнал на выходе коррелятора приёмника не превысит порог h обнаружения, составляющий X=50 % от математического ожидания напряжения сигнала на входе приёмника.

9. РЛС на частоте 50 Гц излучает друг за другом два радиоимпульса s1(t) и s2(t) прямоугольной огибающей, длительностью t = 0,1 нс и амплитудой A = 0,5 мкВ, причём начальная фаза пер-

Согласована на портале № 44036

вого радиоимпульса s1(t) равна нулю, а начальная фаза второго радиоимпульса s2(t) равна 0,5 радиан. После отражения этих радиоимпульсов от цели, без ослабления принимаются приёмником, на выходе которого имеется различитель.

Определить полную вероятность Р ошибочного различения сигналов по критерию «идеального наблюдателя». Температура окружающей среды составляет Т = 400 К. При расчёте энергии сигнала пренебречь вкладом высокочастотной составляющей. Постоянную Больцмана принять равной 1,38·10-23 Дж/К.

10. Сигнал на входе приёмника РЛС представляет собой сумму сигналов регулярной составляющей и сигнала случайной составляющей, квадратурные компоненты которого имеют при напряжении 10 В нормальное распределение с нулевым средним значением. Вероятность того, что сигнал на выходе коррелятора приёмника не превысит порог h обнаружения, составляющий 50 % от математического ожидания напряжения сигнала на входе приёмника, равна Р = 60 %.

Определить амплитуду А сигнала регулярной составляющей и среднеквадратическое напряжение суммарного сигнала, поступающего на вход приёмника РЛС, предполагая закон распределения огибающей Релеевским.

14.1.4. Зачёт

1. Функцию пространственных координат и времени, содержащие полезную для потребителя информацию, которая подлежит воспроизведению в системах передачи информации или извлечению в системах извлечения информации, называют.…

а) пространственно-временной корреляционной функцией,
б) передаваемыми данными,
в) передаваемым сообщением,
г) процессом,

2. Плотность распределения вероятности значений сообщения, заданная для определённых моментов времени, выражается через произведение одномерных плотностей распределения вероятностей, когда значения сообщения …

а) зависимы.
б) коррелированы;
в) некоррелированы.
г) случайны.

3. К виду модуляции первой степени в радиотехнических системах с поднесущей непрерывного типа относятся…

а) АМ.
б) АМн
в) ВИМ.
г) ЧМн.

4. Помехоустойчивость и точность радиотехнических систем при наличии помех определяется только ….

а) энергией сигнала.
б) мощностью шума.
в) энергией сигнала и мощностью шума.
г) среднеквадратической длительностью сигнала.

5. Размерность энергетического спектра случайного процесса …

а) Вт.
б) Дж/Гц.
в) Вт/Гц.
г) Вт/Гц.

6. Если по принятой реализации сигнала на заданном интервале времени следует наилуч-

Согласована на портале № 44036

шим образом определять значение искомого параметра одного сигнала в присутствии другого, то такая задача называется задачей…

а) различения.

б) разрешения.

в) оценки параметров сигнала.

г) фильтрации.

7. Критерием оптимальности различения при байесовском походе является…

а) максимум отношения сигнал/шум.

б) минимум ошибки различения сигналов.

в) максимум вероятности различения.

г) минимум среднего риска.

8. Коэффициент взаимной корреляции двух различных аналоговых сигналов принимает значения в интервале …

а) от минус бесконечности до плюс бесконечности.

б) от - 2 до 2.

в) от - 1 до 1.

г) от - 0,5 до 0,5.

9. . Отношение сигнал/шум на выходе согласованного фильтра возрастает в связи с тем, что …

а) отсчёты полезного сигнала складываются по мощности, а отсчёты шума по амплитуде напряжения.

б) отсчёты полезного сигнала складываются по амплитуде напряжения, а отсчёты шума по мощности.

в) отсчёты полезного сигнала и шума складываются по мощности.

г) отсчёты полезного сигнала и шума складываются по амплитуде напряжения.

10. . В случае векторного параметра сигнала его оценка представляет собой …

а) тензор.

б) матрицу.

в) скаляр.

г) вектор.

11. . Функция, определяющая затраты потребителя оценок по причине расхождения оценки и истинного значения параметра, называется …

а) функцией ошибки.

б) сигнальной функцией.

в) функцией потерь.

г) функцией затрат.

12. . Байесовская оценка параметра сигнала при квадратичной функции потерь соответствует…

а) медиане апостериорного распределения вероятностей неизвестного параметра.

б) апостериорному среднему значению неизвестного параметра.

в) апостериорной дисперсии неизвестного параметра.

г) максимальному значению апостериорного распределения вероятностей неизвестного параметра.

13. . Смещение оценки параметра уменьшается при увеличении объёма выборки для …

а) условных байесовских оценок.

б) оценок по методу наименьших квадратов.

в) оценок по методу максимального правдоподобия.

Согласована на портале № 44036

г) оценок по методу минимума среднего квадрата ошибки.

14. . Несмещённая оценка параметра сигнала называется эффективной, если её дисперсия …

а) максимальна.
б) равна границе Крамера-Рао.
в) не больше границы Крамера-Рао.
г) не меньше границе Крамера-Рао.

15. . Вероятность правильного обнаружения максимальна при заданной вероятности ложной тревоги для критерия.…

а) минимума среднего риска,
б) минимума взвешенной вероятности ошибки,
в) идеального наблюдателя,
г) Неймана-Пирсона.

16. . Наилучшая помехоустойчивость характерна сигналам, имеющим … модуляцию.

а) АМ.
б) ЧМ.
в) ФМ.
г) ШИМ (96).

17. . Косинусная и синусная квадратурные составляющие узкополосного сигнала отличаются по фазе на ... градусов.

а) 0.
б) 180.
в) 90.
г) 45.

18. . Характеристика разрешения сигналов, введённая Вудвордом, вычисляется как интеграл от …

а) временной автокорреляционной функции.
б) частотной автокорреляционной функции.
в) квадрата временной автокорреляционной функции.
г) квадрата частотной автокорреляционной функции.

19. . Математическая модель полезного сообщения в задачах марковской фильтрации представляет собой …

а) систему уравнений первого порядка для вектора переменных состояния.
б) систему из стационарных гауссовских сообщений.
в) систему корреляционных функций.
г) формирующий фильтр.

20. . Оценка параметров по мере поступления данных реализуется …

а) методом максимального правдоподобия.
б) фильтром Калмана.
в) фильтром Винера.
г) Байесовским методом.

14.1.5. Темы лабораторных работ

Исследование аналого-цифрового преобразователя. Фазовая манипуляция QPSK. Передача и приём двух сигналов с кодовым разделением канала.

14.1.6. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в

Согласована на портале № 44036

ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;
- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;
- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;

Согласована на портале № 44036

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 44036