

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Телекоммуникаций и основ радиотехники»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета ФРТ  
[подпись] / Холопов И.С.  
«19» 06 2020 г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД  
[подпись] / Корячко А.В.  
«19» 06 2020 г

Заведующий кафедрой Телекоммуникаций и  
основ радиотехники

[подпись] / Витязев В.В.  
«19» 06 2020 г

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.01.20 «Общая теория связи»  
шифр название дисциплины

Направление подготовки

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
Шифр и название направления подготовки

Направленность (профиль) подготовки

Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа

Уровень подготовки

Бакалавриат

Квалификация выпускника – Бакалавр  
Бакалавр / специалист

Формы обучения – очная  
очная / заочная / очно-заочная

Рязань 2020 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи,

утвержденного

19.09.2017

(дата утверждения ФГОС ВО)

Разработчики доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники  
(должность, кафедра)

Шумов А. П.

(подпись)(Ф.И.О.)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«    »            2020 г., протокол №     

Заведующий кафедрой

Телекоммуникаций и основ радиотехники

( кафедра)

Витязев В.В.

(подпись)(Ф.И.О.)

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины является** изучение студентами основных закономерностей обмена информацией на расстоянии, методов обработки информации, эффективной передачи и помехоустойчивого приёма в системах связи различного назначения в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом и формирование у студентов компетенций, предусмотренных ФГОС.

### **Задачи:**

обучение студентов современным методам анализа и синтеза систем передачи и приёма аналоговых и цифровых сообщений в условиях мешающих воздействий, а также методам оптимизации телекоммуникационных систем и устройств на основе современных математических и вычислительных методов.

<b>Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)</b>	<b>Типы задач профессиональной деятельности</b>	<b>Задачи профессиональной деятельности</b>	<b>Объекты профессиональной деятельности (или области знания)</b>
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	научно - исследовательский	Проведение экспериментов по заданной методике, анализ результатов и составление рекомендаций по улучшению технико-экономических показателей инфокоммуникационного оборудования; проведение измерений и наблюдений, составление описания проводимых исследований, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций; математическое моделирование инфокоммуникационных процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ; составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок.	Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.О.01.20 «Общая теория связи» относится к Блоку 1 обязательной части учебного плана ОПОП бакалавриата «Системы радиосвязи, мобильной связи радиодоступа» направления 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Дисциплина (модуль) изучается в 4 семестре на 2 курсе и в 5 семестре на 3 курсе.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: математика, теория вероятностей и математическая статистика, информатика, физика, теория электрических цепей.

Для освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- основные факты, базовые концепции и модели информатики; основы технологии работы на персональных компьютерах в современных операционных средах; математические и графические пакеты; текстовые редакторы; базовые понятия и методы математического анализа, теории вероятностей и математической статистики, физики, теории электрических цепей.

уметь:

– производить расчеты, пользуясь методами и средствами математики и анализировать полученные результаты;

владеть:

– навыками, методами и приемами математики, теории вероятностей и математической статистики, физики, теории электрических цепей.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей», «Системы и сети связи с ПО», «Основы теории беспроводной связи» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Требования к входным знаниям совпадают с требованиями к освоению предшествующих дисциплин: «Математика» (Б.1.О.01.10), «Информатика» (Б.1.О.01.12), «Физика» (Б.1.О.01.11), «Теория электрических цепей» (Б1.О.01.18).

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки, а также компетенций (при наличии), установленных университетом.

### Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
---	---	---

<p>Научное мышление</p>	<p>ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.</p>	<p>ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации</p> <p>ОПК-1.2. Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера</p> <p>ОПК-1.3. Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач</p>
<p>Исследовательская деятельность</p>	<p>ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</p>	<p>ОПК-2.1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи</p> <p>ОПК-2.2. Разрабатывает решение конкретной задачи, выбирая оптимальный вариант, оценивая его достоинства и недостатки</p> <p>ОПК-2.3. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение</p> <p>ОПК-2.4. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач</p> <p>ОПК-2.5.</p>

		<p>Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации</p> <p>ОПК-2.6. Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования</p> <p>ОПК-2.7. Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений</p>
--	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины по семестрам (курсам) и видам занятий в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц (ЗЕ), 324 часов.

##### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		5 (3.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП		
Неделя	16		16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	32		16		48	
Лабораторные	16		16		32	
Практические	16		16		32	
Иная контактная работа	0,65		0,35		1	
Консультирование перед экзаменом и практикой	2		2		4	
Итого ауд.	66,65		50,35		117	
Контактная работа	66,65		50,35		117	
Сам. работа	57,3		49		106,3	
Часы на контроль	44,35		44,65		89	
Письменная работа на кур-	11,7				11,7	

се						
Итого	180		144		324	

#### 4.2 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем						Письменная работа на курсе	Самостоятельная работа обучающихся	Контроль
			всего	лекции	Практ занятия	Лаб. Раб.	ИКР	Конс.			
<b>Семестр 4</b>											
	<b>Всего</b>	<b>180</b>	<b>66,65</b>	32	16	16	0,65	2	<b>11,7</b>	<b>57,3</b>	<b>44,35</b>
1	Введение.	9,3	4	2	2					5,3	
2	Характеристики детерминированных сигналов	56	32	18	6	8				24	
3	Модулированные радиосигналы	24	14	6	4	4				10	
4	Преобразование детерминированных сигналов в линейных устройствах связи	32	14	6	4	4				18	
5	Курсовая работа	12					0,3		11,7		
6	Экзамены и конс.	46,7					0,35	2			44,35
<b>Семестр 5</b>											
	<b>Всего</b>	<b>144</b>	<b>50,35</b>	16	16	16	0,35	2		<b>49</b>	<b>44,65</b>
7	Типовые случайные сигналы и их характеристики	16	8	2	4	2				8	
8	Преобразование случайных сигналов в линейных и нелинейных устройствах свя-	14	6	2	2	2				8	

	зи.										
9	Каналы электро- связи	14	6	2	2	2				8	
10	Теория передачи и кодирования сообщений	14	6	2	2	2				8	
11	Помехоустойчи- вость систем пе- редачи сообще- ний	25	16	6	4	6				9	
12	Многоканальная связь и распре- деление инфор- мации	14	6	2	2	2				8	
13	Экзамены и кон- сультации	47					0,35	2			44, 65

### 4.3 Содержание дисциплины

#### 4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоем- кость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Введение. Цели и задачи дисциплины. Структура курса, виды занятий, рекомендуемая ли- тература. Общие сведения о системах свя- зи. Структурная схема системы связи. Ос- новные преобразования сигналов. спосо- бы передачи сообщений.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
2	Характеристики детерминированных сиг- налов. Классификация сигналов. Сообщения и сигналы. Энергетические характеристики сигналов. Спектральный анализ сигна- лов. Свойства преобразований Фурье. Спектры типовых сигналов. Корреляци- онный анализ сигналов. Дискретиза- ция и восстановление непрерывных сиг- налов.	18	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
3	Модулированные радиосигналы. Общие сведения о модулированных ра- диосигналах. Сигналы с амплитудной, ба- лансной, однополосной, угловой модуля- цией. Сигналы с дискретной модуляцией.	6	ОПК-1, ОПК-2	экзамен



	Огибающая и фаза сигнала. Аналитический сигнал. Квадратурные компоненты узкополосного сигнала.			
4	Преобразование детерминированных сигналов в линейных устройствах связи. Методы анализа прохождения сигналов через линейные цепи. Условия неискаженной передачи сигналов через линейные цепи. Прохождение широкополосных сигналов через линейные цепи. Прохождение полосовых радиосигналов через узкополосные устройства связи.	6	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
5	Типовые случайные сигналы и их характеристики. Основные характеристики случайных сигналов. Стационарные и эргодические сигналы. Корреляционный анализ случайных сигналов. Спектральный анализ случайных сигналов. Типовые случайные сигналы и их характеристики. Белый шум. Узкополосный случайный сигнал. Смесь узкополосного сигнала и шума.	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
6	Преобразование случайных сигналов в линейных и нелинейных устройствах связи. Прохождение случайных сигналов через линейные устройства связи. Постановка задачи. Статистические характеристики случайных сигналов на выходе линейных устройств. Центральная предельная теорема теории вероятности. Прохождение случайных сигналов через устройства с квадратичной характеристикой, прохождение случайных сигналов через двусторонний ограничитель. Прохождение смеси сигнала и шума через квадратичный детектор.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
7	Каналы электросвязи. Общие сведения о каналах связи. Математические модели непрерывных каналов связи. Модели дискретных каналов связи. Линейные и нелинейные модели каналов связи. Преобразования сигналов в линейных каналах. Преобразование случайных сигналов в нелинейных каналах связи.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
8	Теория передачи и кодирования сообщений. Основные понятия и определения теории	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен

	информации. Теоремы кодирования Шеннона для дискретного канала связи. Количество информации, передаваемой по каналу связи. Пропускная способность канала связи.			
9	Методы приема сигналов в каналах с помехами. Критерии качества и правила приема дискретных сообщений. Оптимальные алгоритмы приема полностью известных сигналов. Оптимальный приемник с согласованным фильтром. Помехоустойчивость оптимального когерентного приема. Прием сигналов с неопределенной фазой. Прием дискретных сообщений в условиях флуктуации фаз и амплитуд сигналов. Прием дискретных сообщений в каналах с сосредоточенными и импульсными помехами. Критерии помехоустойчивого приема непрерывных сообщений. Оптимальная оценка параметров сигналов. Оптимальная демодуляция непрерывных сигналов. Оптимальная линейная фильтрация. Оптимальная нелинейная фильтрация.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
10	Многоканальная связь и распределение информации. Основы теории разделения сигналов. Частотное, временное, фазовое разделение сигналов. Разделение сигналов по форме. Комбинационное разделение сигналов. Принципы построения сетей связи.	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен

#### 4.3.2 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1.	Изучение основных радиоизмерительных приборов	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
2.	Спектральный анализ периодического колебания	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
3.	Синтез сигналов на основе теоремы Котельникова	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
4.	Прохождение сигналов через резистивный усилитель	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
5.	Ознакомление с характеристиками базовых цифровых сигналов и низкочастотной системой связи с простейшим при-	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен

	емником для канала с АБГШ.			
6.	Исследование приемников НЧ сигналов с фильтрацией для каналов с АБГШ.	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
7.	Передача цифровых сигналов через частотно-ограниченные каналы связи.	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
8.	Исследование принципов построения и помехоустойчивости оптимальных когерентных демодуляторов	4	ОПК-1, ОПК-2	экзамен

#### 4.3.3 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Типовые сигналы и формы представления сигналов	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
2	Спектральный анализ периодических сигналов	2	ОПК-1, ОПК-2	КР, экзамен
3	Спектральный анализ непериодических сигналов	4	ОПК-1, ОПК-2	КР, экзамен
4	Дискретное представление непрерывных сигналов	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
5	Корреляционный анализ детерминированных сигналов	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
6	Модулированные радиосигналы	2	ОПК-1, ОПК-2	КР, экзамен
7	Прохождение детерминированных сигналов через линейные цепи.	2	ОПК-1, ОПК-2	КР, экзамен
8	Статистические характеристики случайных величин	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
9	Статистические характеристики случайных сигналов	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
10	Прохождение случайных сигналов через линейные цепи	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
11	Прохождение случайных сигналов через нелинейные цепи	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
12	Критерии и правила приема дискретных сообщений	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
13	Оптимальные линейные фильтры	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
14	Оптимальный прием сигналов	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
15	Информационные характеристики сообщений сигналов и систем связи	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен

#### 4.3.4 Самостоятельная работа

№ п/п	Тематика самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые	Форма контроля
-------	---------------------------------	---------------------	-------------	----------------

			компетен- ции	
1.	Введение	2	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
2.	Характеристики детерминированных сигналов	25	ОПК-1, ОПК-2	КР, экзамен
3.	Модулированные радиосигналы	20	ОПК-1, ОПК-2	КР, экзамен
4.	Преобразование детерминированных сигналов в линейных устройствах связи	24	ОПК-1, ОПК-2	КР, экзамен
5.	Типовые случайные сигналы и их характеристики	10	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
6.	Преобразование случайных сигналов в линейных и нелинейных устройствах связи	6	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
7.	Каналы электросвязи	6	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
8.	Теория передачи и кодирования сообщений	10	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
9.	Помехоустойчивость систем передачи сообщений	11	ОПК-1, ОПК-2	экзамен
10.	Многоканальная связь и распределение информации	8	УК-1, ОПК-1	экзамен

#### 4.3.5 Темы курсовых проектов/курсовых работ

Спектральный анализ сигналов, линейные цепи, прохождение сигналов через линейные цепи.

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Общая теория связи»).

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6.1 Основная литература

1. Теория электрической связи. Конспект лекций: В.А. Григорьев, О.И. Лагутенко, О.А. Павлов, Ю.А. Распаев, В.Г. Стародубцев, И.А. Хворов / под общ. ред. В.А. Григорьева. - СПб: НИУ ИТМО, 2012. - 148 с. <http://window.edu.ru/resource/604/78604>

#### 6.2 Дополнительная учебная литература:

1. Зюко А.Г., Кловский Д.Д., Назаров М.В., Финк Л.М. Теория передачи сигналов. М.: Радио и связь, 1986.
2. Баскаков СИ. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 1988.

3. Жуков В.П., Карташов В.Г., Николаев А.М. Задачник по курсу Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 1986.
4. Кловский Д.Д., Шилкин В.А. Теория электрической связи. Сб. задач и упражнений. Учебное пособие для вузов. М.: Радио и связь, 1990.
5. Радиотехнические цепи и сигналы: Руководство к лабораторным работам / под ред. Филимонова Б.И., РГРТУ, Рязань, 2010.
6. Общая теория связи: Руководство к лабораторным работам / сост. Овинников А.А., Шумов А.П., РГРТУ, Рязань, 2012.
7. Радиотехнические цепи и сигналы: методические указания к выполнению курсовой работы/Рязан. гос. радиотех. универ.; сост. Филимонов Б.И., Шумов А.П.; под. ред. Б.И. Филимонова. Рязань 2010. с.12.

### **6.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

#### **6.3.1 Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины**

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

- Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.
- Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.
- Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

#### **6.3.2 Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»)**

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции не применялся на лабораторном занятии. Тогда лекция будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

- 1). После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).
  - 2). При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).
- В течение недели выбрать время (1-час) для работы с литературой в библиотеке.

#### **6.3.3 Рекомендации по работе с литературой**

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги по педагогике высшей школы. Литературу по курсу рекомендуется изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников по курсу. Рекомендуется после изучения очередного параграфа ответить на несколько простых вопросов по данной теме. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): «о чем этот параграф?», «Какие новые понятия введены, каков их смысл?».

### **6.4 Методические указания к практическим занятиям/лабораторным занятиям**

1. Радиотехнические цепи и сигналы: Руководство к лабораторным работам / под ред. Филимонова Б.И., РГРТУ, Рязань, 2010.

2. Общая теория связи: Руководство к лабораторным работам / сост. Овинников А.А., Шумов А.П., РГРТУ, Рязань, 2012.
3. Общая теория связи: методические указания к практическим занятиям / Рязан. гос. радиотех. ун-т; сост. Шумов А.П. Рязань 2015.

### **6.5 Методические указания к курсовой работе**

1. Радиотехнические цепи и сигналы: методические указания к выполнению курсовой работы/Рязан. гос. радиотех. универ.; сост. Филимонов Б.И., Шумов А.П.; под. ред. Б.И. Филимонова. Рязань 2010. с.12.Инв. №4358.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ1.**

Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. – URL: <http://elib.rsreu.ru/>

2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://www.e.lanbook.com>

3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. Windows XP, Windows 7 Professional или Windows 10 Pro (DreamSpark Membership ID 700565238)
2. Kaspersky Endpoint Security (Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2922-190228-101204-557-1191, срок действия с 28.02.2019 по 07.03.2021)
3. Adobe Reader (PlatformClients\_PC\_WWEULA-ru\_RU-20110809-1357 – бессрочно)
4. LibreOffice (Mozilla Public Licence 2.0 – бессрочно)
5. MATLAB, Simulink, Communications Blockset (Transitioned), Communications System Toolbox, DSP System Toolbox, Filter Design Toolbox (Transitioned), Fixed-Point Designer, Signal Processing Toolbox (Concurrent Perpetual Classroom №283300 с 06.10.2009 – бессрочно)

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для освоения дисциплины необходимы следующие материально-технические ресурсы:

1) аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, оборудованная маркерной (меловой) доской;

2) аудитория для самостоятельной работы, оснащенная индивидуальной компьютерной техникой с подключением к локальной вычислительной сети и сети Интернет.

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень специализированного оборудования
1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 423	80 мест, 1 мультимедиа проектор, 1 экран, 1 компьютер, специализированная мебель, доска.
2	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий и лабораторных работ, №422 главного учебного корпуса	30 мест, 11 компьютеров с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 1 мультимедиа проектор, 1 экран, специализированная мебель, доска, стенды для проведения лабораторных работ.  Возможность подключения к сети «Интернет» проводным способом и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ.
3	Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, №418 главного учебного корпуса	30 мест, 11 компьютеров с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 1 мультимедиа проектор, 1 экран, специализированная мебель, доска, стенды для проведения лабораторных работ.  Возможность подключения к сети «Интернет» проводным способом и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ.

Программу составил

Доцент каф. ТОР \_\_\_\_\_ (Шумов А.П.)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Телекоммуникаций и основ радиотехники» « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г., протокол № \_\_\_\_.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

КАФЕДРА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ОСНОВ РАДИОТЕХНИКИ

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

по дисциплине

**Б1.О.01.20 «Общая теория связи»**

Направление подготовки

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль) подготовки

«Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа»

Уровень подготовки

Бакалавриат

Квалификация выпускника — бакалавр

Форма обучения — очная

Рязань 2020 г.



Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной профессиональной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной профессиональной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися в ходе выполнения индивидуальных заданий на практических занятиях и лабораторных работах. При оценивании результатов освоения практических занятий и лабораторных работ применяется шкала оценки «зачтено – не зачтено». Количество лабораторных и практических работ и их тематика определена рабочей программой дисциплины, утвержденной заведующим кафедрой.

Результат выполнения каждого индивидуального задания должен соответствовать всем критериям оценки в соответствии с компетенциями, установленными для заданного раздела дисциплины.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением экзамена.

Форма проведения экзамена – письменный ответ по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса. После выполнения письменной работы обучаемого производится ее оценка преподавателем и, при необходимости, проводится теоретическая беседа с обучаемым для уточнения экзаменационной оценки.

### *Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине*

<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые разделы (темы) дисциплины</b>	<b>Код контролируемой компетенции (или её части)</b>	<b>Вид, метод, форма оценочного мероприятия</b>
1	2	3	4
1	Введение	ОПК-1 ОПК-2	Экзамен
2	Характеристики детерминированных сигналов	ОПК-1 ОПК-2	Экзамен
3	Модулированные радиосигналы	ОПК-1 ОПК-2	Экзамен, КР
4	Преобразование детерминированных сигналов в линейных устройствах связи	ОПК-1 ОПК-2	Экзамен
5	Типовые случайные сигналы и их характеристики	ОПК-1 ОПК-2	Экзамен
6	Преобразование случайных сигналов в линейных и нелинейных устройствах связи.	ОПК-1 ОПК-2	Экзамен

7	Каналы электросвязи	ОПК-1 ОПК-2	Экзамен
8	Теория передачи и кодирования сообщений	ОПК-1 ОПК-2	Экзамен
9	Методы приема сигналов в каналах с помехами.	ОПК-1 ОПК-2	Экзамен
10	Многоканальная связь и распределение информации	ОПК-1 ОПК-2	Экзамен

### ***Критерии оценивания компетенций (результатов)***

- 1) Уровень усвоения материала, предусмотренного программой.
- 2) Умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи.
- 3) Качество ответа на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность, логичность.
- 4) Содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям.
- 5) Использование дополнительной литературы при подготовке ответов.

Уровень освоения и сформированности знаний, умений и навыков по дисциплине оценивается в форме бальной отметки:

**«Отлично»** заслуживает студент, показавший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

**«Хорошо»** заслуживает студент, показавший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

**«Удовлетворительно»** заслуживает студент, показавший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**«Неудовлетворительно»** выставляется студенту, показавший пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине, в том числе при невыполнении учебного графика в части выполнения и сдачи лабораторных работ.

**Оценка «зачтено»** выставляется студенту, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; без ошибок выполнил практическое задание.

Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе. Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие

успехи при выполнении самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на семинарских занятиях.

**Оценка «не зачтено»** выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Целостного представления о взаимосвязях, компонентах, этапах развития культуры у студента нет. Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

## **Типовые контрольные задания или иные материалы**

### **Вопросы к экзамену**

Системы связи и способы передачи сообщений.

1. Сообщения и сигналы. Классификация сигналов как функций времени.
2. Системы связи. Общие сведения (Структурная схема простейшей системы связи).
3. Характеристики детерминированных сигналов.
4. Энергетические характеристики.
5. Представление произвольного сигнала в виде суммы элементарных колебаний. Обобщенный ряд Фурье. Выбор ортогональной системы функций.
6. Спектральный анализ периодических сигналов.
7. Амплитудный спектр последовательности прямоугольных импульсов.
8. Комплексная форма ряда Фурье.
9. Распределение мощности в спектре периодического сигнала.
10. Спектральный анализ непериодических сигналов. Интеграл Фурье.
11. Соотношение между спектрами одиночного импульса и периодической последовательности.
12. Спектральная плотность одиночного прямоугольного импульса.
13. Ширина спектра сигнала.
14. Основные свойства преобразований Фурье. Сдвиг сигнала во времени. Изменение масштаба времени. Спектр суммы сигналов. Спектр произведения сигналов. Спектр производной и интеграла. Смещение спектра сигнала.
15. Распределение энергии в спектре непериодического колебания.
16. Дельта-функция. Спектральная плотность дельта-функции.
17. Примеры спектров непериодических сигналов. Спектральная плотность несимметричного прямоугольного импульса. Спектральная плотность постоянного сигнала. Спектральная плотность гармонического колебания. Спектральная плотность радиоимпульсов.
18. Дискретизация и восстановление непрерывных сигналов. Спектральное представление дискретизованных сигналов. Теорема Котельникова.

Модулированные радиосигналы.

19. Общие сведения (Основные параметры, соотношения, Общая формула. Модуляция).
20. Радиосигналы с амплитудной модуляцией: аналитическое выражение, временные диаграммы, спектр, энергетические характеристики, АМ при непериодическом сообщении.
21. Радиосигналы с угловой модуляцией: разновидности, временные диаграммы, аналитические выражения, параметры, спектральное представление.
22. Прохождение детерминированных сигналов через линейные устройства связи.
23. Прохождение АМК через резонансный усилитель.

24. Основы теории случайных процессов.
25. Сообщения, сигналы и помехи как случайные процессы.
26. Примеры случайных процессов.
27. Плотности вероятности и функции распределения случайных процессов.
28. Моментные и корреляционные функции.
29. Стационарные и нестационарные случайные процессы.
30. Корреляционные функции и их свойства. Коэффициент корреляции. Время корреляции.
31. Корреляционная функция периодического процесса.
32. Эргодическое свойство стационарных процессов.
33. Спектральные характеристики случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина.  
Энергетическая ширина спектра.
34. Пример. АКФ и СПМ синхронного телеграфного сигнала.
35. Пример. Нормированная СПМ марковского нормального процесса.
36. Пример. СПМ процесса  $y(t) = x(t) \cos(2\pi f_0 t + \Phi)$ .
37. Теорема Котельникова для случайных процессов.

#### Типовые случайные процессы.

38. Нормальный случайный процесс.
39. Белый шум. Квазибелые шумы.
40. Функциональные преобразования случайных процессов.
41. Плотность вероятности гармонического колебания со случайной начальной фазой.
42. Плотность вероятности суммы гармонического колебания со случайной начальной фазой и нормального шума.
43. Узкополосный случайный процесс. Закон распределения огибающей. Закон распределения фазы.
44. Случайный процесс в виде смеси узкополосного случайного шума и гармонического колебания.
45. Прохождение случайных колебаний через линейные и нелинейные цепи.
46. Прохождение случайных колебаний через линейные цепи. Постановка задачи.  
Матожидание случайного процесса на выходе линейной цепи. Спектральная плотность мощности и корреляционная функция случайного процесса на выходе линейной цепи.
47. Прохождение случайных колебаний через нелинейные цепи.
48. Воздействие нормального шума на нелинейный элемент с квадратичной характеристикой.
49. Воздействие нормального шума на двусторонний ограничитель.

#### Каналы связи.

50. Общие сведения о каналах связи.
51. Прохождения сигналов через каналы связи с детерминированными характеристиками.
52. Прохождения сигналов через случайные каналы связи.
53. Аддитивные помехи в каналах связи.
54. Математические модели каналов связи. Идеальный канал без помех. Канал с аддитивным гауссовским шумом. Канал с межсимвольной интерференцией и аддитивным гауссовским шумом.
55. Модели дискретного канала. Симметричный канал без памяти. Симметричный канал без памяти со стиранием. Несимметричный канал без памяти. Марковский канал. Канал с аддитивным дискретным шумом.

Оптимальная линейная фильтрация сигналов.

56. Принципы оптимальной линейной фильтрации сигналов.
57. Согласованные фильтры. Передаточная функция согласованного фильтра. Импульсная характеристика согласованного фильтра. Условия физической реализуемости.
58. Сигнал и помеха на выходе согласованного фильтра.
59. Фильтр, согласованный с одиночным прямоугольным видеоимпульсом.
60. Фильтр, согласованный с одиночным прямоугольным радиоимпульсом.
61. Фильтр, согласованный с пачкой прямоугольных видеоимпульсов.
62. Фильтр, согласованный с сигналом Баркера.
63. Квазиоптимальные фильтры. Сопоставление согласованных и реальных фильтров.
64. Оптимальные фильтры.

Прием дискретных сообщений.

65. Прием сигналов как статистическая задача.
66. Критерии качества и правила приема дискретных сообщений. Критерий идеального наблюдателя. Критерий максимального правдоподобия.
67. Оптимальный прием полностью известных сигналов (когерентный прием).
68. Потенциальная помехоустойчивость приема точно известных сигналов.
69. Относительная фазовая модуляция.
70. Прием сигналов с неопределенной фазой (некогерентный прием) Вероятность ошибки при некогерентном приеме.
71. Схемы неоптимального приема при неопределенной фазе сигнала.
72. Прием дискретных сообщений в каналах с замираниями. Разнесенный прием.
73. Методы приема сигналов при наличии сосредоточенных и импульсных помех.

Основы теории передачи информации.

74. Информационные параметры сообщений и сигналов. Количество информации. Энтропия ансамбля сообщений. Свойства энтропии. Пример.
75. Взаимная информация. Свойства.
76. Эффективное кодирование сообщений.
77. Информация в непрерывных сигналах. Дифференциальная энтропия.
78. Дифференциальная энтропия случайной величины с нормальным распределением плотности вероятности.
79. Пропускная способность канала связи. Пропускная способность дискретного канала. Пример. Пропускная способность непрерывного канала. Формула Шеннона.
80. Теорема кодирования для канала с помехами.

### **План и типовые задачи для практических занятий**

Часть 1.

Занятие №1. Тема. Электрические сигналы, формы представления сигналов.

Цель занятия. Освоение и совершенствование практических навыков представления и описания электрических сигналов.

Содержание занятия. Рассмотрение примеров типовых сигналов и их параметров.

Решение задач [1]: 1.2, 1.10, 1.11, 1.12, 1.13, 1.14.

Занятие №2. Тема. Спектральное представление периодических сигналов.

Цель занятия. Освоение и совершенствование практических навыков спектрального представления периодических сигналов.  
Содержание занятия. Рассмотрение типовых примеров и решение задач  
[1]: 1.15, 1.16, 1.17, 1.18, 1.19, 1.24, 1.20 а, б, в.

Занятия №3,4. Тема. Спектральное представление непериодических сигналов.  
Свойства преобразований Фурье.

Цель занятия. Освоение и совершенствование практических навыков спектрального представления непериодических сигналов.  
Содержание занятия. Рассмотрение типовых примеров и решение задач  
[1]: 1.26, 1.27, 1.28, 1.30, 1.31, 1.32, 1.33, 1.35, 1.36, 1.37, 1.44, 1.46, 1.47.

Занятие №5. Тема. Эффективная длительность и ширина спектра.  
Дискретное представление сигналов.  
Корреляционный анализ детерминированных сигналов.

Цель занятия. Освоение и совершенствование практических навыков определения эффективной длительности и ширины спектра, дискретного представления сигналов, корреляционного анализа детерминированных сигналов.

Содержание занятия. Рассмотрение типовых примеров и решение задач  
[1]: 1.57, 1.59; 11.3, 11.5, 11.6; 1.55, 1.60, 1.61.

Занятие №6. Тема. Радиосигналы с амплитудной, частотной и фазовой модуляцией.

Цель занятия. Освоение и совершенствование практических навыков описания и анализа радиосигналов с АМ, ЧМ, ФМ.  
Содержание занятия. Рассмотрение типовых примеров и решение задач  
[1]: 2.1, 2.3, 2.5, 2.7, 2.10, 2.11, 2.12, 2.18, 2.19.

Занятие №7. Тема. Прохождение сигналов через линейные цепи.

Цель занятия. Освоение и совершенствование практических навыков анализа прохождения сигналов через линейные цепи.  
Содержание занятия. Рассмотрение типовых примеров и решение задач  
[2]: 6.5, 6.6, 6.11, 6.17, 6.18, 6.27.

Занятие №8. Тема. Преобразования детерминированных сигналов в нелинейных цепях.

Цель занятия. Освоение и совершенствование практических навыков анализа преобразований сигналов в нелинейных цепях.  
Содержание занятия. Рассмотрение типовых примеров и решение задач  
[2]: 8.1, 8.2, 8.3, 8.5, 8.13, 8.14, 8.18.

## Часть 2.

Занятие №1. Тема. Статистические характеристики случайных величин.

Цель занятия. Освоение и совершенствование практических навыков определения статистических характеристик случайных величин.  
Содержание занятия. Рассмотрение типовых примеров и решение задач  
[3]: 1.38, 1.41, 1.42, 1.43, 1.68, 2.3пр, 3.2, 3.3, 3.18, 3.20, 3.33, 3.36 .

Занятие №2. Тема. Статистические характеристики случайных процессов.

Цель занятия. Освоение и совершенствование практических навыков определения статистических характеристик случайных процессов.  
Содержание занятия. Рассмотрение типовых примеров и решение задач

[2]: 4.8, 4.9, 4.11, 4.14, 4.16, 4.18, 4.19, 4.20, 4.22, 4.23, 4.24, 4.25a;

[3]: примеры 5.1, 5.3, 5.5, 5.6, 5.7.

Занятие №3. Тема. Прохождение случайных сигналов через линейные цепи.

Цель занятия. Освоение и совершенствование практических навыков определения статистических характеристик случайных сигналов на выходе линейных цепей.

Содержание занятия. Рассмотрение типовых примеров и решение задач

[2]: 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8.

Занятие №4. Тема. Прохождение случайных сигналов через нелинейные цепи.

Цель занятия. Освоение и совершенствование практических навыков определения статистических характеристик случайных сигналов после нелинейных преобразований.

Содержание занятия. Рассмотрение типовых примеров и решение задач

[2]: 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.10.

Занятие №5. Тема. Критерии и правила приема дискретных сообщений.

Цель занятия. Освоение и совершенствование практических навыков использования статистических критериев

Содержание занятия. Рассмотрение типовых примеров и решение задач

[1]: 1.78, пр1.17;

[4]: 5.1.1, 5.1.2, 5.3.1, 5.3.2.

Занятие №6. Тема. Оптимальные линейные фильтры.

Цель занятия. Освоение и совершенствование практических навыков определения статистических характеристик случайных величин.

Содержание занятия. Рассмотрение типовых примеров и решение задач

[4]: 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.6, 5.2.7, 5.2.9;

[1]: 12.1, 12.11, 12.12, 12.26, 12.27, 12.28, 12.29.

Занятие №7. Тема. Оптимальный прием полностью известных сигналов.

Цель занятия. Освоение и совершенствование практических навыков решения задач оптимального приема полностью известных сигналов.

Содержание занятия. Рассмотрение типовых примеров и решение задач

[3]: 11.7,

[4]: 5.3.4, 5.3.5, 5.3.6.

Занятие №8. Тема. Информационные характеристики сообщений сигналов и систем связи.

Цель занятия. Освоение и совершенствование практических навыков определения информационных характеристик сообщений, сигналов и систем связи.

Содержание занятия. Рассмотрение типовых примеров и решение задач

[4]: 3.1.1, 3.1.4, 3.1.5, 3.1.7, 3.1.8, 3.2.7, 3.2.6.

Литература.

1. Жуков В.П., Карташов В.Г., Николаев А.М. Задачник по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». М.: Высшая школа, 1986.

2. Радиотехнические цепи и сигналы. Примеры и задачи. Под редакцией Гоноровского И.С. М.: Радио и связь, 1989.

3. Горяинов В.Т., Журавлев А.Г., Тихонов В.И. Примеры и задачи по статистической радиотехнике. М.: Советское радио, 1970.
4. Кловский Д.Д., Шилкин В.А. Теория передачи сигналов в задачах. М.: Связь, 1978

### **Перечень лабораторных работ и вопросов для контроля**

#### Лабораторная работа №1

«Ознакомление с характеристиками базовых цифровых сигналов и низкочастотной системой связи с простейшим приёмником для канала с АБГШ»

#### **Контрольные вопросы**

1. Как в системах связи представляются цифровые данные?
2. Сопоставьте характеристики однополярного и двухполярного низкочастотных цифровых сигналов?
3. Охарактеризуйте сигнал манчестерского кода, укажите достоинства и недостатки.
4. Охарактеризуйте сигнал кода Миллера, укажите достоинства и недостатки.
5. Сообщения, сигналы и помехи как случайные процессы.
6. Статистические характеристики случайных величин.
7. Статистические характеристики случайных процессов.
8. Примеры случайных процессов.
9. Плотности вероятности и функции распределения случайных процессов.
10. Моментные и корреляционные функции.
11. Стационарные и нестационарные случайные процессы.
12. Корреляционные функции и их свойства. Коэффициент корреляции. Время корреляции.
13. Корреляционная функция периодического процесса.
14. Эргодическое свойство стационарных процессов. Как находятся статистические характеристики эргодических случайных процессов?
15. Как связаны между собой первый начальный момент, второй центральный момент и второй начальный момент?
16. Спектральные характеристики случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Энергетическая ширина спектра.
17. Пример. АКФ и СПМ синхронного телеграфного сигнала.
18. Теорема Котельникова для случайных процессов.
19. Нормальный случайный процесс.
20. Белый шум. Квазибелые шумы.
21. Как измеряются статистические характеристики случайных величин, случайных процессов?
22. Как измеряются статистические характеристики случайных процессов?
23. Что такое отношение сигнал/шум? Как оно определяется и как задается в изучаемых моделях?
24. Критерии качества и правила приема дискретных сообщений. Критерий идеального наблюдателя. Критерий максимального правдоподобия.
25. Что такое функция правдоподобия, отношение правдоподобия?
26. Как реализуется в лабораторной работе прием по критерию максимального правдоподобия?
27. Как теоретически оценивается вероятность ошибки при приеме сигналов на фоне белого шума?
28. Как в работе оценивается вероятность ошибки при приеме цифровых данных?



## Лабораторная работа № 2

### «Исследование приёмников НЧ сигналов с фильтрацией для каналов с АБГШ»

#### Контрольные вопросы

1. Как формулируется задача о прохождении случайных колебаний через линейные цепи?
2. Как находится математическое ожидание случайного процесса на выходе линейной цепи?
3. Как определяется спектральная плотность мощности и корреляционная функция случайного процесса на выходе линейной цепи?
4. Принципы оптимальной линейной фильтрации сигналов.
5. Согласованные фильтры. Передаточная функция согласованного фильтра.
6. Импульсная характеристика согласованного фильтра. Условия физической реализуемости.
7. Сигнал и помеха на выходе согласованного фильтра.
8. Фильтр, согласованный с одиночным прямоугольным видеоимпульсом.
9. Фильтр, согласованный с одиночным прямоугольным радиоимпульсом.
10. Фильтр, согласованный с пачкой прямоугольных видеоимпульсов.
11. Фильтр, согласованный с сигналом Баркера.
12. Квазиоптимальные фильтры. Сопоставление согласованных и реальных фильтров.
13. Оптимальные фильтры.

## Лабораторная работа №3

### «Передача цифровых сигналов через частотно-ограниченные каналы»

#### Контрольные вопросы

1. Какова ширина спектра прямоугольного импульса?
2. Как определяется скорость передачи данных?
3. В чем отличие скорости передачи бит от скорости передачи символов?
4. С какой шириной спектра сигналом NRZ-b можно передавать последовательность 101010... со скоростью 8 кбит/с при учете двух первых гармоник спектра сигнала?
5. С какой максимальной скоростью сигналами NRZ-b можно передавать последовательность 1010.... по каналу с полосой 1 МГц при учете трех первых гармоник спектра сигнала?
6. Почему цифровые данные должны передаваться сигналами с ограниченным спектром?
7. Каково приближенное количественное соотношение между скоростью данных и минимальной шириной спектра сигнала?
8. Чем ограничивается скорость передачи данных?
9. Почему искажения из-за задержки ограничивают скорость передачи данных?
10. Как оценивается достоверность передачи данных?
11. Что такое пропускная способность канала?
12. Чему равна пропускная способность канала с полосой  $W$  без шума?
13. Как определяется пропускная способность канала без шума при использовании многоуровневых сигналов?
14. Как связаны уровень шума и скорость ошибок?
15. Как определяется отношение сигнал/шум для двоичных и многоуровневых сигналов?
16. Как определяется пропускная способность канала с шумом?
17. Как определяется эффективность цифровых систем передачи?
18. Какие сигналы используются для передачи данных по каналам с ограниченной полосой частот?

19. В чем состоят недостатки сигналов вида  $(\sin x)/x$ ?
20. Почему при передаче сигналов со спектром типа приподнятого косинуса потенциальная скорость передачи меньше, чем при передаче сигналов  $(\sin x)/x$ ?

График выполнения лабораторных работ размещен в лаборатории.

Составил  
доцент кафедры ТОР  
к.т.н., доцент

А.П. Шумов

Заведующий кафедрой  
ТОР д.т.н., профессор

В.В. Витязев