

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
качеству образования – первый  
проректор  
  
\_\_\_\_\_ 2023  
подпись  
«    » \_\_\_\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Б1.О.20 Цифровая радиоэлектроника и обработка сигналов

Направление подготовки/специальность

11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) / специализация

Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Форма обучения

очная

Квалификация

бакалавр


Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Цифровая радиоэлектроника и обработка сигналов» составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки

11.03.01 Радиотехника, направленность (профиль) «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов».

Программу составил:

В.М. Аванесов, доцент, к.т.н.



\_\_\_\_\_

подпись

Рабочая программа дисциплины «Цифровая радиоэлектроника и обработка сигналов» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники, протокол №9 от «10» апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой оптоэлектроники (разработчик)  
доктор технических наук, профессор Яковенко Н.А.



\_\_\_\_\_

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол №10 от «20» апреля 2023 г.

Председатель УМК факультета  
доктор физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М.



\_\_\_\_\_

подпись

Рецензенты:

Ялуплин М.Д., канд. физ.-мат. наук, зам. Начальника по проектной работе  
ГБУЗ МИАЦ МЗ КК

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФТФ КубГУ

## **1 Цели и задачи освоения дисциплины**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Целью прохождения ознакомительной практики является достижение следующих результатов образования:

- подготовка студентов по теоретическим основам, принципам построения, практическому проектированию трактов приема и аналого-цифровой обработки сигналов радиотехнических систем различного назначения;
- получение профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности в сфере радиотехнических средств передачи, приема и обработки сигналов;
- практическое закрепление и углубление теоретических знаний обучающихся, полученных при изучении дисциплин Блока 1;
- комплексное формирование компетенций (ПК-1; ПК-2, ПК-2) обучающихся, приобретение ими практических навыков, необходимых для последующей производственной деятельности в условиях современного рынка радиотехнических средств передачи, приема и обработки сигналов.

### **1.2 Задачи освоения дисциплины**

Задачи ознакомительной практики (практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности) включают в себя:

- закрепление теоретических знаний, полученных в результате освоения теоретических курсов и самостоятельной работы;
- формирование способности выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ (ПК-1);
- выполнять анализ и верификацию результатов моделирования принципиальных схем радиоэлектронных устройств (ПК-2);
- выполнять разработку структурных и функциональных схем радиоэлектронных устройств и систем (ПК-3);

### **1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Место дисциплины (практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности) в структуре ООП определяется следующим.

Дисциплина «Цифровая радиоэлектроника и обработка сигналов» относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений (Блок 1).

Дисциплина является составной частью учебных программ подготовки студентов бакалавриата.

Дисциплина является видом учебной работы, основным содержанием которой является выполнение практических учебных и учебно-исследовательских заданий, соответствующих характеру будущей профессиональной деятельности студента, обучающегося по направлению 11.03.01 Радиотехника по профилю: «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов».

Технологическая практика (проектно-технологическая практика) непосредственно ориентирована на профессиональную подготовку обучающихся в университете или в организации, являющейся базой практики.

Организация ознакомительной практики направлена на получение студентами первичных профессиональных умений и навыков в соответствии с требованиями к уровню подготовки бакалавра.

Дисциплина закрепляет знания и умения, приобретаемые студентами бакалавриата в результате освоения теоретических курсов, вырабатывает первичные практические навыки, способствует формированию профессиональных компетенций обучающихся.

Дисциплина бакалавра в соответствии с ООП базируется на полученных обучающимися ранее знаниях по следующим дисциплинам: «Молекулярная физика», «Механика», «Электричество и магнетизм», «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Введение в информатику», «Алгоритмизация и программирование», «Инженерная и компьютерная графика», «Иностранный язык».

Содержание дисциплины логически и методически тесно взаимосвязано с вышеуказанными дисциплинами, поскольку главной задачей учебной практики является закрепление и углубление теоретических знаний и практических умений, полученных студентами при изучении естественнонаучных и профессиональных дисциплин в области радиотехнических средств передачи, приема и обработки сигналов.

В процессе освоения дисциплины по получению первичных профессиональных умений и навыков обучающийся должен формировать умения и готовности решать следующие профессиональные задачи:

- выполнять математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем (ПК-1);
- выполнять анализ и верификацию результатов моделирования принципиальных схем радиоэлектронных устройств (ПК-2);
- выполнять разработку структурных и функциональных схем радиоэлектронных устройств и систем (ПК-3);

Прохождение ознакомительной практики предшествует и необходимо для изучения дисциплин: «Основы теории цепей», «Электроника», «Электродинамика и распространение радиоволн», «Введение в робототехнику», «Радиоматериалы и радиокомпоненты», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Цифровые устройства и микропроцессоры», «Радиоавтоматика», «Основы компьютерного моделирования и проектирования РЭС», «Схемотехника аналоговых электронных устройств», «Цифровая обработка сигналов», «Радиотехнические системы», «Технологии компоновки РЭА», «Устройства генерирования и формирования сигналов», а также для подготовки и защиты курсовых проектов.

#### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения при прохождении ознакомительной практики

В результате прохождения ознакомительной практики студент должен приобрести следующие компетенции.

Код компетенция	Результаты обучения
<b>ПК-1.1</b> Способен применять современные методы информационных технологий для моделирования и проектирования сложных технических систем	<b>Знать:</b> пакеты прикладных программ для моделирования объектов и процессов; типовые методики процессов построения модельных объектов и процессов в радиотехнических системах
	<b>Уметь:</b> использовать методики и прикладные программы моделирования
	<b>Владеть:</b> процессами моделирования объектов и процессов радиотехнических систем
<b>ПК-1.2</b> Способен использовать современные прикладные пакеты программ для моделирования физических процессов	<b>Знать:</b> способы анализа процесса моделирования принципиальных схем, радиоэлектронных устройств
	<b>Уметь:</b> выполнять верификацию процесса моделирования радиотехнических устройств и систем
	<b>Владеть:</b> методами анализа и верификации процессов моделирования радиотехнических устройств и систем
<b>ПК-2.1</b> Способен осуществлять отладку элементов, блоков и систем встроенными средствами программирования и системами автоматиче-	<b>Знать:</b> средства автоматизации схемотехнического проектирования
	<b>Уметь:</b> читать принципиальные электрические схемы; применять средства автоматизации схемотехнического проектирования
	<b>Владеть:</b> навыками графического схемного ввода элементов блоков с использованием стандартных библиотек элементов и библиотек из состава используемой технологической платформы; методами разработки схе-

ского проектирования	технических решений аналоговых субблоков и построением списка связей
<b>ПК-2.2</b> Способен использовать приемы проектирования схемы аналогового о смешанного сигналов	<b>Знать:</b> пакеты прикладных программ для моделирования объектов и процессов; типовые методики процессов построения модельных объектов и процессов в радиотехнических системах
	<b>Уметь:</b> использовать методики и прикладные программы моделирования
	<b>Владеть:</b> процессами моделирования объектов и процессов радиотехнических систем
<b>ПК-2.3</b> Осуществлять на практике принципы построения и функционирования аналоговых устройств	<b>Знать:</b> способы анализа процесса моделирования принципиальных схем, радиоэлектронных устройств
	<b>Уметь:</b> выполнять верификацию процесса моделирования радиотехнических устройств и систем
	<b>Владеть:</b> методами анализа и верификации процессов моделирования радиотехнических устройств и систем
<b>ПК-3.1</b> Способен к работе по диагностике и оценке технического состояния радиоэлектронной аппаратуры, владеет приемами настройки	<b>Знать:</b> пакеты прикладных программ для моделирования объектов и процессов; типовые методики процессов построения модельных объектов и процессов в радиотехнических системах
	<b>Уметь:</b> использовать методики и прикладные программы моделирования
	<b>Владеть:</b> процессами моделирования объектов и процессов радиотехнических систем
<b>ПК-3.2</b> Способен монтировать радиоэлектронную аппаратуру	<b>Знать:</b> способы анализа процесса моделирования принципиальных схем, радиоэлектронных устройств
	<b>Уметь:</b> выполнять верификацию процесса моделирования радиотехнических устройств и систем
	<b>Владеть:</b> методами анализа и верификации процессов моделирования радиотехнических устройств и систем
<b>ПК-3.3</b> Владеет безопасными приемами выполнения монтажа радиоэлектронной аппаратуры перед ее эксплуатацией	<b>Знать:</b> средства автоматизации схемотехнического проектирования
	<b>Уметь:</b> читать принципиальные электрические схемы; применять средства автоматизации схемотехнического проектирования
	<b>Владеть:</b> навыками графического схемного ввода элементов блоков с использованием стандартных библиотек элементов и библиотек из состава используемой технологической платформы; методами разработки схемотехнических решений аналоговых субблоков и построением списка связей

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2 Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Объем дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, и 192 часа самостоятельной работы обучающихся. Распределение зачетных единиц (часов) по видам работ и семестрам представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		7	8		
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	126,5	70,3	56,2		
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	126	70	56		
Занятия лекционного типа		28	12		
Лабораторные занятия		28	22		
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		14	22		
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	7	2	5		

Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,3	0,2		
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	82,5	35,7	46,8		
Курсовая работа					
Контрольная работа					
Расчетно-графическая работа					
Реферат / эссе (подготовка)					
Проработка учебного (теоретического) материала					
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам)	82,5	35,7	46,8		
Подготовка к текущему контролю					
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену		36			
Общая трудоемкость	час.	252	144	108	
	в том числе контактная работа	126,5	70,3	56,2	
	зач. ед.	7	4	3	

## 2.2 Содержание дисциплины

Содержание разделов программы дисциплины в 7 и 8 семестрах, распределение бюджета времени практики на их выполнение представлено в таблице.

№ п/п	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР		
1	Раздел 1. Основы анализа сигналов	24,4	8	4	4	0,4	8
1.1	Классификация сигналов. Энергия и мощность сигнала. Ряд Фурье. Преобразование Фурье. Корреляционный анализ. Комплексная огибающая. Случайные сигналы		2	1	2	0,1	2
1.2	Корреляционный анализ. Комплексная огибающая.		2	1		0,1	2
1.3	Энергия и мощность сигнала. Ряд Фурье. Преобразование Фурье. Случайные сигналы.		2	1		0,1	2
1.4	Корреляционный анализ. Комплексная огибающая.		2	1	2	0,1	2
2	Раздел 2. Аналоговые системы	23,1	4	4	8	0,4	6,7
2.1	Классификация систем. Характеристики линейных систем. Преобразование случайного процесса в линейной системе.		1	1	2	0,1	2
2.2	Характеристики линейных систем. Способы описания линейных систем.		1	1	2	0,1	2
2.3	Преобразование случайного процесса в линейной системе.		1	1	2	0,1	0,7

2.4	Аналоговые системы		1	1	2	0,1	2
3	Раздел 3. Дискретные сигналы	31,4	8	4	8	0,4	11
3.1	Аналоговые, цифровые и дискретные сигналы. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Спектр дискретного сигнала. Теорема Котельникова. Z-преобразование. Дискретные случайные сигналы.		2	1	2	0,1	3
3.2	Аналоговые, цифровые и дискретные сигналы. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование.		2	1	2	0,1	3
3.3	Спектр дискретного сигнала. Теорема Котельникова. Z-преобразование. Дискретные случайные сигналы.		2	1	2	0,1	3
3.4	Дискретные сигналы		2	1	2	0,1	2
4	Раздел 4. Дискретные системы	30,8	8	4	8	0,8	10
4.1	Способы описания дискретных систем. Преобразование случайного сигнала в дискретной системе. Дискретные фильтры. Формы реализации дискретных фильтров.		2	1	2	0,2	3
4.2	Преобразование случайного сигнала в дискретной системе. Дискретные фильтры.		2	1	2	0,2	3
4.3	Дискретные фильтры. Формы реализации дискретных фильтров.		2	1	2	0,2	2
4.4	Дискретные системы		2	1	2	0,2	2
	Итого по дисциплине за 6-й семестр:	109,7	28	16	28	2	35,7
5	Раздел 5. Спектральный анализ	37,6	4	8	8	1,6	16
5.1	Дискретное преобразование Фурье. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Спектр дискретного случайного процесса.	9,4	1	2	2	0,4	4
5.2	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье.	9,4	1	2	2	0,4	4
5.3	Спектр дискретного случайного процесса.		1	2	2	0,4	4
5.5	Спектральный анализ	9,4	1	2	2	0,4	4
6	Раздел 6. Проектирование дискретных фильтров	37,6	4	8	8	1,6	16
6.1	Метод билинейного z-преобразования. Метод инвариантной импульсной характеристики. Прямые методы синтеза. Субоптимальный синтез нерекурсивных фильтров.	9,4	1	2	2	0,4	4
6.2	Цифровая фильтрация сигналов	9,4	1	2	2	0,4	4
6.3	Прямые методы синтеза. Субоптимальный синтез нерекурсивных фильтров.	9,4	1	2	2	0,4	4

6.4	Проектирование дискретных фильтров	9,4	1	2	2	0,4	4
7	Раздел 7. Эффекты квантования в цифровых системах	19	2	4	4	1	8
7.1	Эффекты квантования в цифровых фильтрах.	9,5	1	2	2	0,5	4
7.2	Помехи и ошибки при цифровой фильтрации	9,5	1	2	2	0,5	4
8	Раздел 8. Модуляция и демодуляция	13,6	2	2	2	0,8	6,8
8.1	Способы модуляции, используемые при передачи цифровой информации.	7,4	1	1	1	0,4	4
8.2	Цифровые устройства обработки сигналов и ЦЧМ-сигналов	6,2	1	1	1	0,4	2,8
	Итого по дисциплине за 7-й семестр:	107,8	12	22	22	5	46,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1. Занятия лекционного типа

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Раздел 1. Основы анализа сигналов	Классификация сигналов. Энергия и мощность сигнала. Ряд Фурье. Преобразование Фурье. Корреляционный анализ. Комплексная огибающая. Случайные сигналы Корреляционный анализ. Комплексная огибающая. Энергия и мощность сигнала. Ряд Фурье. Преобразование Фурье. Случайные сигналы. Корреляционный анализ. Комплексная огибающая.	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
2.	Раздел 2. Аналоговые системы	Классификация систем. Характеристики линейных систем. Преобразование случайного процесса в линейной системе. Характеристики линейных систем. Способы описания линейных систем. Преобразование случайного процесса в линейной системе. Аналоговые системы	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
3.	Раздел 3. Дискретные сигналы	Аналоговые, цифровые и дискретные сигналы. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Спектр дискретного сигнала. Теорема Котельникова. Z-преобразование. Дискретные случайные сигналы. Аналоговые, цифровые и дискретные сигналы. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Спектр дискретного сигнала. Теорема Котельникова. Z-преобразование. Дискретные случайные сигналы. Дискретные сигналы	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
4.	Раздел 4. Дискретные системы	Способы описания дискретных систем. Преобразование случайного сигнала в дискретной системе. Дискретные фильтры. Формы реализации дискретных фильтров. Преобразование случайного сигнала в дискретной системе. Дискретные фильтры. Дискретные фильтры. Формы реализации дискретных фильтров. Дискретные системы	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
5.	Раздел 5. Спектральный анализ	Дискретное преобразование Фурье. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Спектр дискретного случайного процесса. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Спектр дискретного случайного процесса. Спектральный анализ	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
6.	Раздел 6. Проектирование дискретных фильтров	Метод билинейного z-преобразования. Метод инвариантной импульсной характеристики. Прямые методы синтеза. Субоптимальный синтез нерекурсивных фильтров. Цифровая фильтрация сигналов. Прямые методы синтеза. Субоптимальный	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов



		синтез нерекурсивных фильтров. Проектирование дискретных фильтров	изученного материала
7.	Раздел 7. Эффекты квантования в цифровых системах	Эффекты квантования в цифровых фильтрах. Помехи и ошибки при цифровой фильтрации	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
8.	Раздел 8. Модуляция и демодуляция	Способы модуляции, используемые при передачи цифровой информации. Цифровые устройства обработки сигналов	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала

### 2.3.2. Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия)

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Раздел 1. Основы анализа сигналов	Классификация сигналов. Энергия и мощность сигнала. Ряд Фурье. Преобразование Фурье. Корреляционный анализ. Комплексная огибающая. Случайные сигналы. Корреляционный анализ. Комплексная огибающая. Энергия и мощность сигнала. Ряд Фурье. Преобразование Фурье. Случайные сигналы. Корреляционный анализ. Комплексная огибающая.	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
2.	Раздел 2. Аналоговые системы	Классификация систем. Характеристики линейных систем. Преобразование случайного процесса в линейной системе. Характеристики линейных систем. Способы описания линейных систем. Преобразование случайного процесса в линейной системе. Аналоговые системы	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
3.	Раздел 3. Дискретные сигналы	Аналоговые, цифровые и дискретные сигналы. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Спектр дискретного сигнала. Теорема Котельникова. Z-преобразование. Дискретные случайные сигналы. Аналоговые, цифровые и дискретные сигналы. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Спектр дискретного сигнала. Теорема Котельникова. Z-преобразование. Дискретные случайные сигналы. Дискретные сигналы	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
4.	Раздел 4. Дискретные системы	Способы описания дискретных систем. Преобразование случайного сигнала в дискретной системе. Дискретные фильтры. Формы реализации дискретных фильтров. Преобразование случайного сигнала в дискретной системе. Дискретные фильтры. Дискретные фильтры. Формы реализации дискретных фильтров. Дискретные системы	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
5.	Раздел 5. Спектральный анализ	Дискретное преобразование Фурье. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Спектр дискретного случайного процесса. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Спектр дискретного случайного процесса. Спектральный анализ	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
6.	Раздел 6. Проектирование дискретных фильтров	Метод билинейного z-преобразования. Метод инвариантной импульсной характеристики. Прямые методы синтеза. Субоптимальный синтез нерекурсивных фильтров. Цифровая фильтрация сигналов. Прямые методы синтеза. Субоптимальный синтез нерекурсивных фильтров. Проектирование дискретных фильтров	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
7.	Раздел 7. Эффекты квантования в цифровых системах	Эффекты квантования в цифровых фильтрах. Помехи и ошибки при цифровой фильтрации	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
8.	Раздел 8. Модуляция и демодуляция	Способы модуляции, используемые при передачи цифровой информации. Цифровые устройства обработки сигналов	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала

### 2.3.3. Занятия лабораторного типа

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Раздел 1. Основы анализа сигналов	Изучение основ анализа сигналов	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
2.	Раздел 2. Аналоговые системы	Изучение и снятие характеристик аналоговых систем	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
3.	Раздел 3. Дискретные сигналы	Изучение и снятие характеристик дискретных систем	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
4.	Раздел 4. Дискретные системы	Изучение системы автоматической регулировки усиления	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
5.	Раздел 5. Спектральный анализ	Изучение системы цифровой связи	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
6.	Раздел 6. Проектирование дискретных фильтров	Изучение оптимальных демодуляторов с различными видами модуляции	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала

### 3 Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

При реализации учебной работы по освоению курса используются информационно-коммуникационные технологии, исследовательские методы в обучении, проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает самостоятельную работу студентов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

### 4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Устройства приема, передачи и обработки сигналов».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме тестовых заданий, доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий, ролевой игры, ситуационных задач (указать иное) и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий (указать иное) к экзамену (дифференцированному зачету, зачету).

## МОДУЛЯЦИЯ И ПРИЕМ

1. Преобразование сигнала в другой сигнал путем изменения параметров сигнала-переносчика в соответствии с преобразуемым сигналом есть модуляция.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

2. Цифровая модуляция, манипуляция это дискретная модуляция, при которой сигнал на входе модулятора является дискретным.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

3. Фазовая модуляция это модуляция, при которой фаза модулируемого сигнала изменяется в соответствии с модулирующим сигналом.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

4. Аналого-цифровая модуляция, при которой модулированный сигнал является двоичной записью стробированных значений сигнала есть импульсно-кодовая модуляция.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

5. Цифровая модуляция, при которой модулирующий сигнал является разностью двух последовательных элементов есть относительная модуляция.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

6. Модуляция, при которой значение модулированного сигнала определяется значениями модулирующего сигнала не только в данный, но и в предшествующие моменты времени это модуляция с памятью.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

7. Прием это выбор одного из возможных выходных сообщений, решение по выходному сигналу.

- а) да;
- б) нет;

в) утверждение некорректно.

8. Решающей схемой является разбиение пространства выходных сигналов на непересекающиеся области, каждая из которых соответствует не более чем одному из возможных выходных сообщений.

а) да;

б) нет;

в) утверждение некорректно.

9. Прием, использующий знание расположения на временной оси входного сигнала или его элементов называется синхронным.

а) да;

б) нет;

в) утверждение некорректно.

10. Прием в случае гармонической модуляции, при котором неизвестна или не используется фаза несущей называется когерентным.

а) да;

б) нет;

в) утверждение некорректно.

11. Прием по минимаксному критерию – это прием, обеспечивающий минимальное значение максимума вероятности ошибки, взятого по всем допустимым априорным распределениям входных сигналов.

а) да;

б) нет;

в) утверждение некорректно.

12. Преобразование выходного сигнала с целью уменьшения влияния помех называется фильтрацией.

а) да;

б) нет;

в) утверждение некорректно.

#### Помехи и помехоустойчивость

1. Мультипликативная помеха это помеха, которая при образовании выходного сигнала представляется в виде множителя входного сигнала.

а) да;

б) нет;

в) утверждение некорректно.

2. Помеха, заключающаяся в случайном изменении мощности выходного сигнала из-за непостоянства условий распространения входного сигнала есть замирание.

а) да;

б) нет;

в) утверждение некорректно.

3. Ошибка это событие, состоящее в том, что воспроизводимая последовательность не совпадает с исходной.

а) да;

б) нет;

в) утверждение некорректно.

4. Шум, представляющий собой гауссовский случайный процесс это гауссовский шум.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

5. Поток ошибок это двоичная последовательность, символы которой равны нулю при отсутствии ошибки и единице при ее наличии на соответствующих позициях.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

6. Шумовая последовательность это дискретная последовательность, сумма которой с кодовой последовательностью образует последовательность на выходе дискретного канала. Иначе: Разность между последовательностью на выходе дискретного канала и последовательностью на его входе.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

7. Ошибка синхронизации, при которой вместо одного символа принимается несколько символов это вставка или размножение символов.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

8. Дефектная позиция это позиция, в которой значение выходного символа не зависит от значения входного символа и заранее известно на кодере.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

9. Помехоустойчивость это свойство системы передачи информации противостоять вредному воздействию помех.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

10. Деленный на длину кода модуль логарифма вероятности ошибки декодирования или показатель экспоненты вероятности ошибки есть функция надежности кода.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

11. Отношение «сигнал помеха» это отношение мощности сигнала к мощности помехи.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

12. Защитным интервалом является временной (или частотный) интервал между сигналами, вводимыми для уменьшения их взаимного влияния.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

## ДЕКОДИРОВАНИЕ

1. Восстановление дискретного сообщения по выходному сигналу дискретного канала, осуществляемое с учетом правила кодирования есть декодирование.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

2. Исправление ошибок это декодирование, в результате которого некоторые или все ошибочные символы сигнала заменяются на правильные.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

3. Функция, сопоставляющая каждому выходному сигналу позиции его ошибочных символов есть локатор ошибок.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

4. Адаптивное декодирование – такое декодирование, при котором правило отображения может меняться в зависимости от состояния канала.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

5. Пороговое декодирование - декодирование, при котором значение числовой функции, заданной на множестве выходных сигналов и сообщений, сравнивается с некоторым числом (называемым порогом), результатом чего является одно из сообщений, для которого значение функции выше этого порога.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

6. Алгебраическое декодирование - декодирование, применяемое для кодов, имеющих алгебраическую структуру и явно использующее эту структуру. Примечание. Часто алгебраическое декодирование состоит в решении системы уравнений и некоторого направленного перебора.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

7. Обнаружение ошибок - операция над выходным сигналом, результатом которой является решение о том, содержит ли он ошибки.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

8. Синдромное декодирование - декодирование линейного кода, которое использует соответствие синдромов и сочетаний ошибок.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

9. Мажоритарное декодирование - декодирование линейного кода, при котором принимаемый информационный символ отождествляется с тем символом, для которого выполняется большинство из независимых проверочных соотношений

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

10. Декодирование, при котором сигнал на выходе канала отображается в  $S < L$  сообщений на выходе, где  $L$  — длина списка это декодирование списком.

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

11. Декодирование по максимуму правдоподобия это декодирование, при котором слово на выходе канала  $\bar{y}$  декодируется как сообщение  $m'$ , для которого  $P(\bar{y} | \bar{x}_m) > P(\bar{y} | \bar{x}_{m'})$  при всех  $m \neq m'$ , где  $\bar{x}_m$  - кодовое слово, соответствующее сообщению  $m$ .

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

12. Декодирование по минимуму расстояния - декодирование, при котором слово при котором слово на выходе канала  $\bar{y}$  декодируется как сообщение  $m'$  для которого  $d(\bar{y}, \bar{x}_{m'}) < d(\bar{y}, \bar{x}_m)$   $m \neq m'$  где  $\bar{x}_m$  - кодовое слово, соответствующее сообщению  $m$ , а  $d(\bar{y}, \bar{x}_m)$  функция, задающая расстояние между словами  $\bar{y}$  и  $\bar{x}_m$ .

- а) да;
- б) нет;
- в) утверждение некорректно.

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## Экзаменационные вопросы

1. Классификация приемных устройств
2. Структурная схема и задачи, решаемые приемником
3. Основные типы приемников
4. Принцип работы супергетеродинного приемника
5. Каналы приема супергетеродинного приемника
6. Основные показатели и характеристики приемных устройств
7. Избирательность приемных устройств
8. Чувствительность приемных устройств
9. Постановка задачи синтеза оптимального демодулятора
10. Критерии оптимизации демодулятора
11. Сущность и способы записи критерия идеального наблюдателя
12. Синтез оптимального когерентного демодулятора.
13. Помехоустойчивость когерентного приёма двоичных сигналов.
14. Помехоустойчивость когерентного приёма m-ичных сигналов.
15. Принципы технической реализации относительной фазовой манипуляции
16. Алгоритм и схема некогерентного приёмника.
17. Помехоустойчивость некогерентного приёмника.
18. Помехоустойчивость и особенности приема сигналов в условиях замираний
19. Сущность и виды разнесенного приема
20. Типы и основные показатели входных цепей
21. Устройство усилителей высокой частоты
22. Принципы построения преобразователей частоты
23. Устройство и показатели усилителей промежуточной частоты
24. Детекторы аналоговых сигналов с амплитудной модуляцией
25. Детекторы аналоговых сигналов с частотной модуляцией
26. Детекторы цифровых сигналов с амплитудной манипуляцией
27. Детекторы цифровых сигналов с частотной манипуляцией
28. Детекторы цифровых сигналов с фазовой манипуляцией

## Перечень задач к экзамену

1. Определить коэффициент усиления по мощности усилителя промежуточной частоты при заданном коэффициенте усиления каждого каскада.
2. Определить коэффициент усиления усилителя радиочастоты по мощности при заданных коэффициентах усиления по току и напряжению
3. Определить полосу пропускания приемника при заданной амплитудно-частотной характеристике его линейного тракта.
4. Определить коэффициент нелинейных искажений усилителя промежуточной частоты при заданных напряжениях гармоник выходного сигнала.
5. Определить коэффициент шума приемного устройства при заданном отношении сигнал-шум на его входе и выходе.
6. Определить чувствительность приемника при заданном отношении сигнал-шум на выходе УПЧ и коэффициенте усиления преселектора и УПЧ.
7. Определить избирательность приемника на заданной частоте по амплитудно-частотной характеристике приемника.
8. Обосновать схему оптимального приемника амплитудно-манипулированных импульсов.
9. Обосновать схему оптимального приемника частотно-манипулированных импульсов.
10. Обосновать схему оптимального приемника фазоманипулированных импульсов.



11. Сравнить помехоустойчивость оптимальных когерентных приемников с различными видами модуляции используя понятие расстояния между сигналами в функциональном пространстве
12. Определить вероятность ошибки когерентного приемника при амплитудной манипуляции и отношении сигнал-шум 9.
13. Определить вероятность ошибки когерентного приемника при частотной манипуляции и отношении сигнал-шум 8.
14. Определить вероятность ошибки когерентного приемника при фазовой манипуляции и отношении сигнал-шум 4.
15. Определить вероятность ошибки некогерентного приемника при амплитудной манипуляции и отношении сигнал-шум 16.
16. Определить вероятность ошибки когерентного приемника при частотной манипуляции и отношении сигнал-шум 12.
17. Определить энергетический выигрыш оптимального когерентного приемника с частотной модуляцией по сравнению с приемником с амплитудной манипуляцией.
18. Определить энергетический выигрыш когерентного оптимального приемника по сравнению с некогерентным при частотной манипуляции.

## **5 Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1 Основная литература:**

1. Радиоприемные устройства / под ред. Н.Н. Фомина.– М.: Горячая линия - Телеком, 2007- 520 с.
2. Колосовский Е.А. Устройства приема и обработки сигналов. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия.- Телеком, 2007. – 456 с.

### **5.2 Дополнительная литература**

1. Сборник задач и упражнений по курсу радиоприемных устройств / под ред. В.И. Сифорова.- М.: Радио и связь, 1984.
2. Проектирование радиоприемных устройств / Под ред. А.П. Сиверса. – М.: Сов. радио, 1976.
3. Справочник по учебному проектированию приемно-усилительных устройств / Под ред. М.К. Белкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1988.
4. Цифровые радиоприемные системы: Справочник / под ред. М.И. Жодзишского.- М. : Радио и связь, 1990.
5. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов М.: Радио и связь, 1984.
6. Радиоприемные устройства/ под ред. А.П. Жуковского.– М.: Радио и связь, 1989.
7. Буга Н.Н., Фалько А.И., Чистяков Н.И. Радиоприемные устройства.– М.: Радио и связь, 1986.
8. Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики. - М.: Эко-Трендз, 2005. - 392 с.:ил.
9. Каганов В.И., Битюков В.К. Основы радиоэлектроники и связи. – М: Горячая линия – Телеком, 2007. – 542 с.
10. Системы мобильной связи: Учебное пособие для вузов / В.П. Ипатов, В.К. Орлов, И.М. Самойлов, В.Н. Смирнов; под ред. В.П. Ипатова. – М.: Горячая линия-Телеком, 2003. – 272 с.
11. Попов В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 296 с. – 478 с.
12. Борисов Ю.П., Пенин П.И. Основы многоканальной передачи информации. – М.: Связь, 1967, с. 435.

### **5.3 Программное обеспечение**

1. Оригинальные программы и программы-симуляторы для выполнения расчетно-графических и лабораторных работ на ЭВМ.
2. Специализированные библиотеки программ и алгоритмов системы для научных исследований MATLAB.
3. Специализированные библиотеки программ, алгоритмов и демонстрационных файлов среды для создания инженерных приложений SIMULINK.
4. Программный комплекс для электронного тестирования студентов с необходимым банком тестовых заданий.

### **5.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:**

1. Глобальные поисковые системы Internet: Google, Yandex и др.
2. Официальные сайты - источники отечественных и зарубежных нормативных документов:
3. сайт Министерства связи и массовых коммуникаций РФ: <http://www.minsvyaz.ru>;
4. сайт Главного радиочастотного центра РФ: <http://www.grfc.ru>;
5. сайт Европейского института стандартов в области телекоммуникаций: <http://www.etsi.org/>;
6. сайт Европейского института стандартов в - сайт Международного союза электросвязи: <http://www.itu.int/>;
7. сайт Федеральной комиссии по связи (США): <http://www.fcc.gov/> и др.

### **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Класс персональных компьютеров для проведения фронтальных лабораторных занятий с установленным программным обеспечением: операционная система WINDOWS XP, приложения MICROSOFT OFFICE, MATLAB, SIMULINK.
2. Лабораторная аудитория для проведения фронтальных лабораторных занятий с использованием лабораторных стендов для физического моделирования фрагментов систем радиосвязи.