

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

01.03.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.31 Цифровая обработка сигналов

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Квалификация выпускника

Бакалавр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Направленность

Интеллектуальные телекоммуникационные системы и  
сети

Курс 3  
Семестр 6

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	32	часов
Лабораторные работы	32	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	64	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	80	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	6	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

                      
(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	РТиС	СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра радиотехники и связи

		(наименование кафедры)	
06.02.2023	протокол №	21	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.В. Рябова	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).  
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.В. Рябова
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Пашукова Светлана Геннадьевна, Директор филиала в РМЭ ПАО "Ростелеком"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 06.03.2023 г.  
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /И.Р. Валиева/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-3 Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ИД ОПК-3.1 Знает основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах, основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем	<b>знания:</b> Знает основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах, основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ИД ОПК-3.2 Знает принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов; принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и способы распределения информации в сетях связи	<b>знания:</b> Знает принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов; принципы построения телекоммуникационных систем различных типов на базе процессоров ЦОС, современную и перспективную элементную базу и методы проектирования микропроцессорных устройств ЦОС <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ИД ОПК-3.3 Умеет решать задачи обработки данных с помощью средств вычислительной техники	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Умеет решать задачи обработки данных с помощью средств вычислительной техники, моделировать и исследовать алгоритмы ЦОС, проектировать узлы и устройства ЦОС на основе современных ИС и специализированных микропроцессоров отечественной и зарубежной номенклатуры <b>навыки:</b>
	ИД ОПК-3.4 Умеет строить вероятностные модели для конкретных процессов, проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Умеет строить вероятностные модели процессов ЦОС, проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели <b>навыки:</b>
	ИД ОПК-3.5 Владеет методами и навыками обеспечения информационной безопасности	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> Владеет методами ЦОС для обеспечения информационной безопасности

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей (ОПК-3); практик: Учебная практика (ознакомительная) (ОПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-3)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: имитационное моделирование, лекционные занятия, практические и лабораторные занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция, проблемная лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы и системы</b>	<b>38</b>	ОПК-3
Лекция. Введение в цифровую обработку сигналов. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке	4	
Лекция. Дискретные сигналы и системы, методы их математического описания. Линейные и нелинейные системы. Свойства линейных систем. Характеристики линейных систем (импульсная, переходная и частотная). Устойчивость линейных систем. Z-преобразование.	4	
Лабораторная работа. Дискретизация сигналов по времени. Теорема Котельникова. Особенности дискретизации узкополосных сигналов	4	
Лабораторная работа. Линейные и нелинейные системы. Свойства линейных систем.	2	
Лабораторная работа. Z-преобразование. Свойства Z-преобразования. Примеры типовых дискретных сигналов и их Z-преобразования.	4	

<p>Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР</p> <p>1. Обобщенная схема цифровой обработки сигналов. Преимущества и недостатки систем ЦОС. Области применения ЦОС.</p> <p>2. Дискретизация сигналов по времени. Теорема Котельникова. Особенности дискретизации узкополосных сигналов.</p> <p>3. Квантование сигналов по уровню. Линейные и нелинейные преобразователи. Кодеки. Оценка шума квантования.</p> <p>4. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи. Классификация. Основные параметры. Сигма-дельта АЦП с повышенной частотой дискретизации. Примеры.</p> <p>5. Дискретные сигналы и системы, методы их математического описания. Линейные и нелинейные системы. Свойства линейных систем. Характеристики линейных систем (импульсная, переходная и частотная). Устойчивость линейных систем.</p> <p>6. Z-преобразование. Свойства Z-преобразования. Примеры типовых дискретных сигналов и их Z-преобразования.</p> <p>7. Обратное Z-преобразование. Методы вычисления обратного Z-преобразования. Примеры.</p> <p>8. Применение Z- преобразования в обработке сигналов. Исследование устойчивости дискретных систем.</p> <p>Изучение лекционного материала,</p>	20	
<b>Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов</b>	<b>62</b>	ОПК-3
Лекция. Цифровая фильтрация сигналов. Типы цифровых фильтров:КИХ и БИХ-фильтры. Этапы проектирования цифровых фильтров.	2	
Лекция. Методы проектирования КИХ фильтров	4	
Лекция. Проектирование цифровых БИХ фильтров. Методы расчетов коэффициентов БИХ-фильтров.	4	
Лекция. Примеры использования цифровых фильтров фильтров. Цифровой эквалайзер. Генерация гармонического сигнала.	2	
Примеры применения БИХ фильтров в связи.		
Лабораторная работа. Проектирование и исследование КИХ фильтров	4	
Лабораторная работа. Проектирование и исследование БИХ фильтров	6	
Лекция. Цифровой спектральный анализ. Традиционные и современные методы. Дискретное преобразование Фурье.	4	
Лабораторная работа. Дискретное преобразование Фурье. Основные свойства ДПФ и ОДПФ. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Алгоритмы быстрой свертки.	6	

<p>Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР</p> <p>9. Цифровая фильтрация сигналов. Типы цифровых фильтров:КИХ и БИХ-фильтры. Этапы проектирования цифровых фильтров.</p> <p>10. Методы проектирования КИХ фильтров. Примеры.</p> <p>11. КИХ-фильтры с линейной ФЧХ. Примеры применения.</p> <p>12. Структуры КИХ фильтров. Оценка влияния конечной разрядности.</p> <p>13. Проектирование цифровых БИХ фильтров. Методы расчетов коэффициентов БИХ-фильтров.</p> <p>14. Структуры БИХ фильтров. Оценка влияния конечной разрядности.</p> <p>15. Примеры использования БИХ фильтров. Цифровой эквалайзер.</p> <p>16. Примеры использования БИХ фильтров. Генерация гармонического сигнала.</p> <p>17. Примеры применения БИХ фильтров в связи. Формирование и детектирование двухтональных многочастотных сигналов в цифровой телефонии.</p> <p>18. Примеры применения БИХ фильтров в связи.. Восстановление тактовой частоты при передачи данных.</p> <p>19. Аналитический сигнал. Цифровой преобразователь Гильберта.</p> <p>20. Дискретное косинусное преобразование.</p> <p>21. Медианный фильтры. Векторное квантование</p> <p>22. Адаптивная фильтрация. Линейное предсказание.</p> <p>23. Цифровой спектральный анализ. Традиционные и современные методы.</p> <p>24. Дискретное преобразование Фурье. Основные свойства ДПФ и ОДПФ.</p> <p>25. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье.</p> <p>26. Алгоритмы быстрой свертки.</p> <p>27. Матрицы Адамара, последовательности Уолша и их свойства.</p> <p>28. Преобразования Уолша и Адамара.</p> <p>29. Дискретное преобразование Хартли.</p> <p>Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю, выполнение домашнего задания выполнение РГР.</p>		
	30	
<b>Архитектура цифровых процессоров обработки сигналов</b>	<b>30</b>	ОПК-3
Лекция. Классификация и архитектура типового процессора ЦОС (ПЦОС). Характеристики ПЦОС. Перспективы развития ПЦОС. Основные типы процессоров ЦОС. Особенности программирования процессоров ЦОС.	4	
Лекция. Стандартный ввод/вывод. Подключение к процессору ЦОС внешних периферийных устройств.HOST – интерфейс. Программная модель и особенности функционирования. Ввод-вывод аналоговых сигналов в системах ЦОС.	2	
Лабораторная работа. Архитектура и особенности ПЦОС	4	

фирмы (Motorola или Analog Device или Texas Instruments).		
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР		
30. Классификация и архитектура типового процессора ЦОС (ПЦОС). Характеристики ПЦОС. Перспективы развития ПЦОС		
31. Основные типы процессоров ЦОС. Процессоры ЦОС с фиксированной и плавающей точкой.		
32. Основные типы ЦПОС. Стандартные процессоры ЦПОС. Улучшенные стандартные процессоры ЦПОС.		
33. Основные типы ЦПОС. Процессоры ЦПОС с архитектурой VLIW.		
34. Основные типы ЦПОС. Суперскалярные процессоры.		
35. Конвейерное выполнение команд. Параллельные инструкции.		
36. Организация памяти ПЦОС. Устройство генерации адресов (AGU) и специальные режимы адресации (Бит-реверсивная, циклическая и др.).		
37. Умножитель и АЛУ. Кольцевой сдвигатель.		
38. Типовые периферийные устройства.		
39. Стандартный ввод/вывод. Подключение к процессору ЦОС внешней памяти данных и памяти программ.		
40. Стандартный ввод/вывод. Подключение к процессору ЦОС внешних периферийных устройств.		
41. Внутренний таймер. Режимы работы и особенности программирования.		
42. Последовательные интерфейсы ПЦОС. Программная модель и особенности программирования.		
43. Тестовый порт JTAG. Назначение, структура и характеристики.		
44. HOST – интерфейс. Программная модель и особенности функционирования.		
45. Ввод-вывод аналоговых сигналов в системах ЦОС.		
46. Архитектура и особенности ПЦОС фирмы (Motorola или Analog Device или Texas Instruments).		
47. Представление данных в процессорах ЦОС. Диапазон, динамический диапазон и точность представления чисел.		
48. Особенности программирования процессоров ЦОС.		
49. Арифметические команды процессора ЦОС.		
50. Команды переходов и организации циклов процессора ЦОС.		
51. Команды пересылок и способы адресации процессора ЦОС.		
52. Реализация операций с комплексными данными в процессорах ЦОС.		
Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю,	20	
<b>Применение процессоров ЦОС</b>	<b>14</b>	ОПК-3
Лекция. Аппаратно-программные средства разработки приложений ЦОС. Типовые области применения процессорах ЦОС.	2	
Лабораторная работа. Типовые области применения	2	

процессорах ЦОС.		
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР		
53. Реализация линии задержки на процессорах ЦОС.		
54. Компенсатор эха на процессорах ЦОС.		
55. Генерация сигналов на процессорах ЦОС.		
56. Обработка сигналов на процессорах ЦОС. Перенос спектра		
57. Типовые области применения процессорах ЦОС. Аудио-приложения.		
58. Типовые области применения процессорах ЦОС. Портативная и бытовая техника.		
59. Типовые области применения процессорах ЦОС. Беспроводная связь.		
60. Аппаратно-программные средства разработки приложений ЦОС.		
61. Вероятностные модели процессов ЦОС, необходимые расчеты в рамках построенной модели.		
62. Методы ЦОС для обеспечения информационной	10	
Иная контактная работа: консультации	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

**Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом лабораторного занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение расчётно-графической работы, лабораторной работы.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.



## **сигналов»**

рекомендовано проводить в среде MatLab.

Для подготовки к выполнению лабораторных работ и для самостоятельного изучения рекомендованных тем дополнительно рекомендуется использовать материалы электронного курса и следующую литературу:

1. Дедов А.Н. Цифровая обработка сигналов. Методические указания к выполнению лабораторных работ (Электронная версия).
2. Куприянов Н. С., Матюшкин Б. Д. Цифровая обработка сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования. -2-е изд., перераб. и доп. СПб, Политехника, 2002.-592с.:ил.. 2002
3. Куприянов Н. С., Матюшкин Б. Д. Цифровая обработка сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования. СПб, Политехника, 1998 г. 1998
4. Солонина А. И., Улохович Д. А., Яковлев Д. А. Цифровые процессоры обработки сигналов фирмы "Motorola", СПб, изд. БХВ 2003
5. Айфичер Э., Джервис Б.У. Цифровая обработка сигналов: практический подход, 2-е издание.:Пер. с англ.-М.: Издательский дом «Вильямс» , 2004.-992 с.:ил.- Парал. тит. англ. 2004
6. Под ред. А.Г.Остапенко. Цифровые процессоры обработки сигналов:Справочник / А.Г.Остапенко, С.И.Лавлинский, А.Б.Сушков и др.; Под ред. А.Г.Остапенко. М: Радио и связь, 1994.- 264с 1994
7. Л.М.Гольденберг,Б.Д.Матюшкин Цифровая обработка сигналов: Справочник /.-М: Радио и связь,1985.-312с,пл 1985
8. Л.,Робинер,Б.Ч.Гоулд Теория и применение цифровой обработки сигналов:.-М.: Радио и связь,1978,-847с,пл.
9. Марков С. Цифровые сигнальные процессоры. Книга 1.-М.:МИКРОАРТ,1996,-144с 1996
10. Техническое обеспечение цифровой обработки сигналов. Справочник. Куприянов Н. С., Матюшкин Б. Д., Иванов В.Е., Матвиенко Н.И., Усов Д.Ю.- СПб. «Форт», 2000.-752 с. 2000

## **Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычисл. техника"] / А. Б. Сергиенко. Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2003. - 603 с. ISBN 5-318-00666-3. Экземпляры: всего 19.	19
2.	Основы цифровой обработки сигналов [Текст] : [курс лекций] : учеб. пособие по направлению подгот. дипломир. специалистов 654400 "Телекоммуникации" / Солонина А. И. [и др.]. 2 - е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 753 с. ISBN 5-94157-604-8. Экземпляры: всего 9.	9
3.	Сперанский, Валентин Сергеевич. Сигнальные микропроцессоры и их применение в системах телекоммуникаций и электроники [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по специальностям: "Радиосвязь, радиовещание и телевидение", "Средства связи с подвижными объектами", "Многокан. телекоммуникац. системы"] / В. С. Сперанский. М.: Горячая линия - Телеком, 2008. - 168 с. ISBN 978-5-9912-0035-6. Экземпляры: всего 5.	5
4.	Хафизов, Д. Г. Цифровая обработка сигналов [Текст] : лабораторный практикум : [по направлениям подготовки "Биотехнические системы и технологии", "Радиотехника" и специальности "Радиоэлектронные системы и комплексы"]. Ч. 1, 2018. - 70 с. ISBN 978-5-8158-2003-6. Экземпляры: всего 20.	20 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Hafizov_zifrovai_obrabotka_signalov_2018.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Hafizov_zifrovai_obrabotka_signalov_2018.pdf</a>
5.	Строгонов, А. В. Цифровая обработка сигналов в базисе программируемых логических интегральных схем [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Строгонов. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 312 с. ISBN 978-5-8114-1981-4.	<a href="https://e.lanbook.com/book/104960">https://e.lanbook.com/book/104960</a>
6.	Магазинникова, А. Л. Основы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Л. Магазинникова. 2-е изд., испр. Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 132 с. ISBN 978-5-8114-2175-6.	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76274">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76274</a>
7.	Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Оппенгейм, Р. Шафер. 3-е изд., испр. Москва: Техносфера, 2012. - 1048 с. ISBN 978-5-94836-329-5.	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73524">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73524</a>
<b>ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ</b>		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
3.	Издательство Springer (SpringerOpen)	<a href="https://www.springeropen.com">https://www.springeropen.com</a>

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>
2.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	3336 (III)	GPS приемник в составе (1), VICTORIA 3065 C (1), Аппаратно-программный комплекс (адаптер+ПО) (1), Вольтметр В7-37 (3), ГЕНЕРАТОР Г2-57 (4), Генератор шумовых сигналов (1), ИЗМЕРИТ.ПОМЕХ LMZ-4 (2), ИЗМЕРИТЕЛЬ ПОМЕХ (1), ИЗМЕРИТЕЛЬ XG-5 (1), Измерительный прибор SNT LITE PSTN (1), Комплект дополнит.оборудования к VICTORIA (1), Лабораторный стенд "Цифровая электроника" 1060x256x654 (2), Монитор 19" Samsung 940N (KSB) TFT Silver. Round Simple (3), Монитор 19"Samsung 940N (LKSB) TFT (2), Монитор LG LCD 19" L1919S-SF (1), Осциллограф GDS-820C (1), ПРИБОР Д/ИС КОР X6-5 (1), ПРИБОР Д/ИС КОР X6-8 (2), ПРИБОР ИКХ-X6-5 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP-X2514WN (1), Систем.блок Athlon 64 3500/512Mb*2/160Gb/FDD/DVD-RW клав.мышь.ковр. (2), Систем.блок Core 2Duo E6320/2Гб/320Гб/512Мб клав.мышь (2), Систем.блок АМД3000+(512*2)/160Gb/DVD+R Wtkfd/+мышь+коврик+клав. (1), Системный блок RAY P360.3 ,клав,мышь оптич, коврик+монитор 19" ViewSonic VA916 (1), Системный блок AMD*2 4000/2*512 MB/160Gb/512 MB/ (1), Учебная Лабораторная установка "Изучение КМ-кодека" (1), Учебная Лабораторная установка "Изучение	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Mathcad University Classroom Perpetual - 40, Mathcad University Classroom Perpetual - 40, LABVIEW

		принципов временного разделения каналов" (1), Учебная телевиз.установка "УТС-2004" (1), Экран настенный 200*200см Braun Roll Vision (1), Комплект учебной мебели (1)	
2.	333г (III)	Измерительный прибор "BerCut-E" (1), Комплекс ПАИК/77100/КПВ (1), Комплект дополнит.оборудования к ПАИК/7710/КПВ(автогенератор AnCom и автоответчик АО АТ-3) (1), Компьютер P4-3.0/2*256Mb/HDD 200Gb/128 6600GT/DVD-RW/KM/FDD/MBi945P/UPS (1), Ксерокс Canon FC-860 (1), Лабораторный практикум "Аналоговая и цифровая электроника" (10), Лабораторный практикум "Основы радиотехники и телекоммуникаций" Emona DATEx Telecommunication (10), Междисциплинарная лабораторная платформа в комплекте с аппаратно-программным контроллером NI ELVIS II +Hardware (10), Монитор 19"Samsung 940N (LKSB) TFT (1), Принтер HP Laser Jet 1100 (1), Систем.блок Core2 DUOE6300/1024Mb*2/320Gb/DVD-RW/клав.мышь.ковр. (1), Учебный лабораторный стенд LESO1 (6), Учебный лабораторный стенд LESO2 (6), Комплект учебной	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Mathcad University Classroom Perpetual - 40, Mathcad University Classroom Perpetual - 40, LABVIEW

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый	Обучающийся имеет знания основного материала,	удовлет-

уровень	проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	ворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

#### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

#### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

1. На вход канала связи, в котором действует шум с мощностью  $P_{\text{ш}}=10$  Вт, поступает сигнал с мощностью  $P_{\text{с}}=100$  Вт. Вычислите отношение сигнал шум в канале в дБ?

2. Определите пропускную способность канала связи с полосой пропускания  $F=1$  кГц и отношением  $P_{\text{с}}/P_{\text{ш}}=15$ .

3. С целью анализа спектра выполняют дискретизация аналогового сигнала с частотой 125 кГц и получают 1024 выборки данных. Чему равно расстояние по частоте между спектральными выборками?

4. Пусть аналоговый сигнал занимает полосу 48–52 кГц. Чему равна минимальная теоретическая частота дискретизации, позволяющая избежать

наложения?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 0

по дисциплине                      Цифровая обработка сигналов

1.    Обобщенная схема цифровой обработки сигналов. Преимущества и недостатки систем. Области применения ЦОС
2.    Тестовый порт JTAG. Назначение, структура и характеристики.
2.    Задача из раздела "Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов".

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (Н.В. Рябова)

«20» декабря 2022 г.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1.

**Перечень вопросов для проверки знаний по разделу  
«Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы и системы»**

1.    Обобщенная схема цифровой обработки сигналов. Преимущества и недостатки систем ЦОС. Области применения ЦОС.
2.    Дискретизация сигналов по времени. Теорема Котельникова. Особенности дискретизации узкополосных сигналов.
3.    Квантование сигналов по уровню. Линейные и нелинейные преобразователи. Кодеки. Оценка шума квантования.
4.    Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Классификация. Основные параметры. Сигма-дельта АЦП с повышенной частотой дискретизации. Примеры.
5.    Дискретные сигналы и системы, методы их математического описания. Линейные и нелинейные системы. Свойства линейных систем. Характеристики линейных систем

(импульсная, переходная и частотная). Устойчивость линейных систем.

6. Z-преобразование. Свойства Z-преобразования. Примеры типовых дискретных сигналов и их Z-преобразования.
7. Обратное Z-преобразование. Методы вычисления обратного Z-преобразования. Примеры.
8. Применение Z- преобразования в обработке сигналов. Исследование устойчивости дискретных систем.

#### **Перечень вопросов для проверки знаний по разделу**

##### **«Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов»**

9. Цифровая фильтрация сигналов. Типы цифровых фильтров:КИХ и БИХ-фильтры. Этапы проектирования цифровых фильтров.
10. Методы проектирования КИХ фильтров. Примеры.
11. КИХ-фильтры с линейной ФЧХ. Примеры применения.
12. Структуры КИХ фильтров. Оценка влияния конечной разрядности.
13. Проектирование цифровых БИХ фильтров. Методы расчетов коэффициентов БИХ-фильтров.
14. Структуры БИХ фильтров. Оценка влияния конечной разрядности.
15. Примеры использования БИХ фильтров. Цифровой эквалайзер.
16. Примеры использования БИХ фильтров. Генерация гармонического сигнала.
17. Примеры применения БИХ фильтров в связи. Формирование и детектирование двухтональных многочастотных сигналов в цифровой телефонии.
18. Примеры применения БИХ фильтров в связи.. Восстановление тактовой частоты при передаче данных.
19. Аналитический сигнал. Цифровой преобразователь Гильберта.
20. Дискретное косинусное преобразование.
21. Медианный фильтры. Векторное квантование
22. Адаптивная фильтрация. Линейное предсказание.
23. Цифровой спектральный анализ. Традиционные и современные методы.
24. Дискретное преобразование Фурье. Основные свойства ДПФ и ОДПФ.
25. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье.
26. Алгоритмы быстрой свертки.
27. Матрицы Адамара, последовательности Уолша и их свойства.
28. Преобразования Уолша и Адамара.
29. Дискретное преобразованиеХартли.

**Перечень вопросов для проверки знаний по разделу  
«Архитектура цифровых процессоров обработки сигналов»**

30. Классификация и архитектура типового процессора ЦОС (ПЦОС). Характеристики ПЦОС. Перспективы развития ПЦОС
31. Основные типы процессоров ЦОС. Процессоры ЦОС с фиксированной и плавающей точкой.
32. Основные типы ЦПОС. Стандартные процессоры ЦПОС. Улучшенные стандартные процессоры ЦПОС.
33. Основные типы ЦПОС. Процессоры ЦПОС с архитектурой VLIW.
34. Основные типы ЦПОС. Суперскалярные процессоры.
35. Конвейерное выполнение команд. Параллельные инструкции.
36. Организация памяти ПЦОС. Устройство генерации адресов (AGU) и специальные режимы адресации (Бит- реверсивная. циклическая и др.).
37. Умножитель и АЛУ. Кольцевой сдвигатель.
38. Типовые периферийные устройства.
39. Стандартный ввод/вывод. Подключение к процессору ЦОС внешней памяти данных и памяти программ.
40. Стандартный ввод/вывод. Подключение к процессору ЦОС внешних периферийных устройств.
41. Внутренний таймер. Режимы работы и особенности программирования.
42. Последовательные интерфейсы ПЦОС. Программная модель и особенности программирования.
43. Тестовый порт JTAG. Назначение, структура и характеристики.
44. HOST – интерфейс. Программная модель и особенности функционирования.
45. Ввод-вывод аналоговых сигналов в системах ЦОС.
46. Архитектура и особенности ПЦОС фирмы (Motorola или Analog Device или Texas Instruments).
47. Представление данных в процессорах ЦОС. Диапазон, динамический диапазон и точность представления чисел.
48. Особенности программирования процессоров ЦОС.
49. Арифметические команды процессора ЦОС.
50. Команды переходов и организации циклов процессора ЦОС.
51. Команды пересылок и способы адресации процессора ЦОС.
52. Реализация операций с комплексными данными в процессорах ЦОС.



## **Перечень вопросов для проверки знаний по разделу**

### **«Применение процессоров ЦОС»**

- 53. Реализация линии задержки на процессорах ЦОС.
- 54. Компенсатор эха на процессорах ЦОС.
- 55. Генерация сигналов на процессорах ЦОС.
- 56. Обработка сигналов на процессорах ЦОС. Перенос спектра
- 57. Типовые области применения процессорах ЦОС. Аудио-приложения.
- 58. Типовые области применения процессорах ЦОС. Портативная и бытовая техника.
- 59. Типовые области применения процессорах ЦОС. Беспроводная связь.
- 60. Аппаратно-программные средства разработки приложений ЦОС.