

Федеральное агентство связи  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)  
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине **«Цифровая обработка сигналов»**  
для основной профессиональной образовательной программы по направлению  
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
направленность (профиль) – Инфокоммуникационные сети и системы  
квалификация – бакалавр  
форма обучения – заочная  
год начала подготовки (по учебному плану) – 2019

Екатеринбург 2019

Федеральное агентство связи  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)  
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)

Утверждаю  
Директор УрТИСИ СибГУТИ  
\_\_\_\_\_ Е.А. Минина  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине **«Цифровая обработка сигналов»**  
для основной профессиональной образовательной программы по направлению  
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
направленность (профиль) – Инфокоммуникационные сети и системы  
квалификация – бакалавр  
форма обучения – заочная  
год начала подготовки (по учебному плану) – 2019

Екатеринбург 2019

Рабочая программа дисциплины «Цифровая обработка сигналов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и Положением об организации и осуществления в СибГУТИ образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.

Программу составил:

к.ф.-м.н., доцент  
\_\_\_\_\_

должность

/ \_\_\_\_\_ /  
\_\_\_\_\_

должность

  
\_\_\_\_\_

подпись

/ \_\_\_\_\_ /  
\_\_\_\_\_

подпись

/В. Т. Куанышев

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

/ \_\_\_\_\_ /  
\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Утверждена на заседании ВМиФ от 14.05.2019 протокол № 9  
кафедры \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой (разработчик)

\_\_\_\_\_ 14.05.2019 г.

  
\_\_\_\_\_

подпись

/В.Т. Куанышев/

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой (выпускающей)

\_\_\_\_\_ 14.05.2019 г.

  
\_\_\_\_\_

подпись

/Е.А. Субботин/

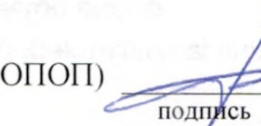
\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Согласовано

Ответственный по ОПОП (руководитель ОПОП)

\_\_\_\_\_ 14.05.2019 г.

  
\_\_\_\_\_

подпись

/Е.И. Гниломёдов/

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Основная и дополнительная литература, указанная в рабочей программе, имеется в наличии в библиотеке института и ЭБС.

Зав. библиотекой

  
\_\_\_\_\_

подпись

/С.Г.Торбенко

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия



## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана. Шифр дисциплины в учебном плане – *Б1.О.13*.

<i>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</i>	
Предшествующие дисциплины и практики	<i>Информатика Компьютерное моделирование Основы информационной безопасности Основы телекоммуникаций Основы теории электрических цепей</i>
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	<i>Схемотехника телекоммуникационных устройств, Теория электрических цепей</i>
Последующие дисциплины и практики	<i>Сети и системы радиосвязи, Цифровые системы распределения сообщений, Сети и системы мобильной связи,Packetные радиосети</i>

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать освоение следующих компетенций по дескрипторам «знания, умения, владения», соответствующие тематическим разделам дисциплины, и применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

*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*

### **Знать:**

- *принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов; принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и способы распределения информации в сетях связи*

### **Уметь:**

- *Решать задачи обработки данных с помощью современных средств цифровой вычислительной техники*

### **Владеть:**

- *способами распределения информации в сетях связи.*

## 3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1 Очная форма обучения

Общая трудоемкость дисциплины, изучаемой в \_ семестре, составляет \_ зачетных единицы. По дисциплине предусмотрен экзамен.

Виды учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Семестр
		4
<b>Аудиторная работа (всего)</b>		

<b>В том числе в интерактивной форме</b>		
Лекции (ЛК)		
Лабораторные работы (ЛР)		
Практические занятия (ПЗ)		
<b>Самостоятельная работа студентов (всего)</b>		
Проработка лекций		
Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов		
Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов		
Выполнение курсовой работы		
Выполнение РГР**		
Подготовка и сдача экзамена**		
<b>Общая трудоемкость дисциплины, часов</b>		

Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

\*\* Оставить нужное

### 3.2 Заочная форма обучения

Общая трудоемкость дисциплины, изучаемой в 4 семестре, составляет 4 зачетных единицы. По дисциплине предусмотрены *расчетно-графические работы и экзамен*.

Виды учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Семестр
		1
<b>Аудиторная работа (всего)</b>	<b>16/0,44</b>	<b>16</b>
<b>В том числе в интерактивной форме</b>	8/0,22	8
Лекции (ЛК)	8/0,22	8
Лабораторные работы (ЛР)	8/0,22	8
Практические занятия (ПЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (всего)</b>	<b>119/3,31</b>	<b>119</b>
Проработка лекций	10/0,28	10
Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	-	-
Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов	30/0,84	30
Выполнение курсовой работы	-	-
Выполнение РГР**	79/2,19	79
Подготовка и сдача экзамена**	9/0,25	9
<b>Общая трудоемкость дисциплины, часов</b>	<b>144/4</b>	<b>144</b>

Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

\*\* Оставить нужное

### 3.3 Заочная форма обучения с применением дистанционных технологий

Общая трудоемкость дисциплины, изучаемой в \_\_ семестре, составляет \_\_ зачетные единицы. По дисциплине предусмотрена *расчетно-графическая работа и экзамен*.

Виды учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Семестр
		4
<b>Контактная работа (всего)</b>		
Вебинары		
Контроль самостоятельной работы* (КСР)		
Консультации**		
<b>Самостоятельная работа студентов (всего)</b>		
Изучение теоретического материала		
Выполнение контрольной работы		
Выполнение лабораторно-практических заданий и оформление отчетов		
Выполнение курсовой работы		
Подготовка и сдача зачета, экзамена***		
<b>Общая трудоемкость дисциплины, часов</b>		

\* - Контроль выполнения контрольных и курсовых работ (проектов), защита КР (КП)

\*\* - Консультации проводятся по скайпу или электронной почте

\*\*\* Оставить нужное

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

### 4.1 Содержание лекционных занятий

№ учеб. недели	Наименование лекционных тем (разделов) дисциплины (модуля) и их содержание	Часов	
		О	З
1	<b>1. Введение в цифровую обработку сигналов (ЦОС).</b> Цифровая обработка сигналов и ее преимущества. Применение ЦОС в телекоммуникации. Аналоговые и дискретные сигналы. Типовые дискретные системы. Основная полоса частот. Нормирование времени и частоты		0,5
2	<b>2. Преобразование сигналов из аналогового в цифровой вид и наоборот.</b> Типичная система цифровой обработки. Дискретизация. Квантование. Теорема отсчетов. Аналого-цифровые преобразователи. Процесс цифро-аналогового преобразования: восстановление аналогового сигнала. Цифро-аналоговые преобразователи		0,5

3	<b>3. Математическое описание цифровых сигналов. Дискретное преобразование Фурье.</b> Последовательности как математические модели дискретных сигналов. Ряд Фурье. Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и обратное ДПФ. Свойства ДПФ		0,5
4	<b>4. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ).</b> БПФ с децимацией во временной области: схема «бабочка», вычислительные преимущества БПФ перед ДПФ. Обратное быстрое преобразование Фурье. БПФ с частотной децимацией. Сравнение алгоритмов с временной децимацией и частотной децимацией		0,5
5	<b>5. Линейные дискретные системы (ЛДС).</b> Описание ЛДС во временной области: свертка и разностное уравнение; рекурсивные и нерекурсивные ЛДС; КИХ- и БИХ-системы. Устойчивость ЛДС по импульсной характеристике		0,5
6	<b>6. Описание ЛДС в z-области.</b> Определение и примеры z-преобразования. Обратное z-преобразование и методы его вычисления (метод степенных рядов, метод разложения на элементарные дроби, метод вычетов). Свойства z-преобразования. Применение z-преобразования для описания систем дискретного времени. Передаточная функция.		1,0
7	<b>7. Другие дискретные преобразования.</b> Дискретное косинус-преобразование (ДКП), преобразование Уолша, преобразование Адамара, вейвлетное преобразование. Применение ДКП для сжатия изображений: квантование коэффициентов двумерного ДКП, кодирование.		0,5
8	<b>8. Цифровые фильтры.</b> Типы цифровых фильтров: нерекурсивные и рекурсивные фильтры (КИХ- и БИХ-фильтры). Выбор между КИХ- и БИХ-фильтрами. Этапы проектирования цифровых фильтров. Функциональные схемы цифровых фильтров. Постановка задачи синтеза		0,5
9	<b>9. Основные свойства и методы расчёта нерекурсивных цифровых фильтров.</b> Типы нерекурсивных цифровых фильтров с линейной фазо-частотной характеристикой. Синтез нерекурсивных фильтров методом взвешивания и синтез КИХ-фильтров методом наилучшей равномерной (Чебышевской) аппроксимации		1,5
10	<b>10. Основные свойства и методы расчёта рекурсивных цифровых фильтров.</b> Способы аппроксимации частотных характеристик рекурсивных цифровых фильтров. Синтез рекурсивных фильтров по аналоговому прототипу методом билинейного z-преобразования		1,5



11	<b>11. Цифровая обработка сигналов при нескольких скоростях.</b> Принцип обработки сигналов при нескольких скоростях: уменьшение частоты дискретизации с децимацией с целым шагом; увеличение частоты дискретизации с интерполяцией с целым шагом; преобразование частоты дискретизации с дробным шагом. Примеры применения: высококачественное АЦП в цифровом аудио; сбор данных с несколькими скоростями обработки.		0,5
<b>ВСЕГО:</b>			<b>8</b>

#### 4.2 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ, практических занятий	Объем в часах		
			О	З	Зд
1	1	Знакомство с системой GNU Octave		0,25	
2	1,2	Изучение программных средств Octave для создания script-файлов		0,25	
3	3	Моделирование детерминированных и случайных последовательностей и расчет их характеристик программными средствами Octave		0,25	
4	3,4	Моделирование линейной дискретной системы (ЛДС) и анализ ее характеристик		0,25	
5	5,6	Применение дискретного преобразования Фурье (ДПФ) для выделения полезного сигнала в аддитивной смеси с шумом с использованием программных средств Octave		1	
6	6,7	Исследование эффекта растекания спектра и вычисление свертки с помощью ДПФ с использованием программных средств Octave		1	
7	8,9	Синтез КИХ-фильтров методом наилучшей равномерной (чебышевской) аппроксимации, описанием их структур и анализом характеристик с использованием программных средств Octave		2	
8	9,10	Синтез БИХ-фильтров методом билинейного z-преобразования с использованием программных средств Octave		2	
9	11	Моделирование систем однократной интерполяции, децимации и передискретизации программными средствами Octave		1	
<b>ВСЕГО</b>				<b>8</b>	

#### 5. ПЕРЕЧЕНЬ ИННОВАЦИОННЫХ ФОРМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Учеть развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей).

Преподавание дисциплины базируется на результатах научных исследований, проводимых УрТИСИ СибГУТИ, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

№ п/п	Тема	Объем в часах*		Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы занятий
		О	З		
1	Математическое описание цифровых сигналов. Дискретное преобразование Фурье		2	лекция	дискуссия
2	Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ)		2	лекция	дискуссия
3	Синтез КИХ-фильтров методом наилучшей равномерной (чебышевской) аппроксимации, описанием их структур и анализом характеристик с использованием программных средств Octave		2	Лабораторная работа	Мозговой штурм
4	Синтез БИХ-фильтров методом билинейного z-преобразования с использованием программных средств Octave		2	Лабораторная работа	Мозговой штурм
<b>ВСЕГО</b>			<b>8</b>		

\* Не меньше интерактивных часов

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1 Список основной литературы

1) Сергиенко А. Цифровая обработка сигналов. 3-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011 г. - 768 с. – [Электронный ресурс].- <https://ibooks.ru/reading.php?productid=22313>.

### 6.2 Список дополнительной литературы

1) Солонина А.И., Клионский Д.М., Меркучева Т.В., Перов С.Н. Цифровая обработка сигналов и MATLAB. - СПб: БХВ-Петербург, 2013 г. - 512 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ibooks.ru/reading.php?productid=335244>.

2) Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. Издание 3-е, исправленное. - Москва: Техносфера, 2012 г. - 1048 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ibooks.ru/reading.php?productid=339869>.

### 6.3 Информационное обеспечение (в т.ч. интернет-ресурсы).

1. Официальный сайт <http://aup.uisi.ru/>
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/library>
3. Единая научно-образовательная электронная среда (Е-НОЭС) УрТИСИ <http://aup.uisi.ru/>
4. Электронная библиотечная система «IPRbooks»  
Электронный каталог АБК ASBOOK

## 7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБУЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Лекционная аудитория	Лекционные занятия	– компьютер; – экран; – доска.
Аудитория для лабораторных занятий	лабораторные занятия и самостоятельная работа	- маркерная доска

## **8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ<sup>2</sup>**

### **8.1 Подготовка к лекционным, практическим и лабораторным занятиям**

На лекциях необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание научных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Конспектирование лекций – сложный вид аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Целесообразно сначала понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно оставлять поля, на которых при самостоятельной работе с конспектом можно сделать дополнительные записи и отметить непонятные вопросы.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты в соответствии с вопросами плана лекции, предложенными преподавателем. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале.

Во время лекции можно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью освоения теоретических положений, разрешения спорных вопросов.

Подготовку к лабораторной работе необходимо начать с ознакомления плана и подбора рекомендуемой литературы.

Целью лабораторных работ является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В рамках этих занятий студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются методам анализа данных, полученных в ходе выполнения компьютерного эксперимента, умению работать с современным программным обеспечением. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

### **8.2 Самостоятельная работа студентов**

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы.

Подготовка к лекционным занятиям включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т. е. задания выполняются еще до лекционного занятия по

<sup>2</sup> Целью методических указаний является обеспечение обучающимся оптимальной организации процесса изучения дисциплины.

соответствующей теме. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Все задания к лабораторным занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к получению новых знаний и овладению навыками.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время состоит из:

- повторения лекционного материала;
- подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам;
- изучения учебно-методической и научной литературы;
- решения задач, выданных на практических занятиях;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах дисциплины задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.

Целесообразно начать с изучения основной литературы в части учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу научных монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках дисциплины, а также официальных интернет-ресурсов, в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

При работе с литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить доклады и презентации к ним;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться словарями и др.

### **8.3 Подготовка к промежуточной аттестации**

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендуемую литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Освоение дисциплины предусматривает посещение лекционных занятий, выполнение практических работ.

Текущий контроль достижения результатов обучения по дисциплине (модулю) включает следующие процедуры:

- контроль самостоятельной работы, осуществляемый на каждом практическом занятии.

Контроль достижения результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится в следующих формах:

- Экзамен (IV семестр);

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации используются оценочные средства, описание которых расположено на сайте (<http://www.https://aup.uisi.ru>)