

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
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 ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.16 Цифровая обработка сигналов

Направление подготовки / специальность: **11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»**

Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия телекоммуникаций**

Форма обучения: **очная**

Год набора: 2026

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
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  
\_\_\_\_\_ Минина Е.А.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.О.16 Цифровая обработка сигналов**

Направление подготовки / специальность: **11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»**

Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия телекоммуникаций**

Форма обучения: **очная**

Год набора: 2026

Разработчик (-и) рабочей программы:  
доцент

  
\_\_\_\_\_ / В.Т. Куанышев /  
подпись

Утверждена на заседании кафедры высшей математики и физики (ВМиФ) протокол от 20.11.2025 г. № 3

Заведующий кафедрой ВМиФ

  
\_\_\_\_\_ / В.Т. Куанышев /  
подпись

Согласовано:  
Заведующий выпускающей кафедрой

  
\_\_\_\_\_ / Е.И. Гниломёдов /  
подпись

Ответственный по ОПОП

  
\_\_\_\_\_ / Е.И. Гниломёдов /  
подпись

Основная и дополнительная литература, указанная в п.6 рабочей программы, имеется в наличии в библиотеке института и ЭБС.

Заведующий библиотекой

  
\_\_\_\_\_ /С.Г. Торбенко/  
подпись

Разработчик (-и) рабочей программы:  
доцент

\_\_\_\_\_ / В.Т. Куанышев /  
подпись

Утверждена на заседании кафедры высшей математики и физики (ВМиФ) протокол от 20.11.2025 г. № 3

Заведующий кафедрой ВМиФ

\_\_\_\_\_ / В.Т. Куанышев /  
подпись

Согласовано:  
Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_ / Е.И. Гниломёдов /  
подпись

Ответственный по ОПОП

\_\_\_\_\_ / Е.И. Гниломёдов /  
подпись

Основная и дополнительная литература, указанная в п.6 рабочей программы, имеется в наличии в библиотеке института и ЭБС.

Заведующий библиотекой

\_\_\_\_\_ /С.Г. Торбенко/  
подпись

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.О.16 Цифровая обработка сигналов относится к обязательной части образовательной программы.

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	
Предшествующие дисциплины и практики	Б1.О.06 Информатика Б1.О.13 Теория вероятностей и математическая статистика Б1.О.18 Компьютерное моделирование Б1.О.08 Основы телекоммуникаций
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	Б1.О.14 Теория электрических цепей
Последующие дисциплины и практики	Б1.В.11 Сети и системы радиосвязи Б1.В.10 Общая теория связи Б1.В.13 Цифровые телекоммуникационные системы Б1.В.ДВ.01.02 Мобильные системы связи 4G/5G/6G

Дисциплина не может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать результаты обучения, которые соотнесены с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
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	
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	Знает принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов; принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и способы распределения информации в сетях связи
ОПК-3.3- Умеет решать задачи анализа, обработки данных с помощью современных средств цифровой вычислительной техники, их представления в требуемом формате, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	Умеет решать задачи анализа, обработки данных с помощью современных средств цифровой вычислительной техники, их представления в требуемом формате, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности. Владеет способами распределения информации в сетях связи

### 3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Дисциплина изучается:

по очной форме обучения – в 4 семестре

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен

#### 3.1 Очная форма обучения (О)

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		2
<b>Аудиторная работа (всего)</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
Лекции (ЛК)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	34	34
В том числе в интерактивной форме	8	8
В том числе в форме практической подготовки	-	-
Предэкзаменационные консультации (ПК)	2	2
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>40</b>	40
Работа над конспектами лекций	16	16
Подготовка к практическим занятиям	24	24
Подготовка к лабораторным работам		
Выполнение курсового проекта		
Выполнение курсовой работы		
Выполнение РГР		
Выполнение реферата		
<b>Контроль (всего)</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
Подготовка к сдаче экзамена	25	25
Сдача экзамена	9	9
Подготовка к сдаче зачета		
Сдача зачета		
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

### 4.1 Содержание лекционных занятий

№ раздела дисциплины	Наименование лекционных тем (разделов) дисциплины и их содержание	Объем в часах	
		О	З
1	<b>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	2	
2	<b>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	2	
3	<b>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	4	
4	<b>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	6	
5	<b>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	4	
6	<b>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.	6	
7	<b>Другие дискретные преобразования.</b> Дискретное косинус-преобразование (ДКП), преобразование Уолша, преобразование Адамара, вейвлетное преобразование. Применение ДКП для сжатия изображений: квантование коэффициентов двумерного ДКП, кодирование	4	

8	<p><b>Цифровые фильтры.</b>          Типы цифровых фильтров: нерекурсивные и рекурсивные фильтры (КИХ- и БИХ-фильтры). Выбор между КИХ- и БИХ-фильтрами. Функциональные схемы цифровых фильтров. Постановка задачи синтеза.          Типы нерекурсивных цифровых фильтров с линейной фазо-частотной характеристикой. Синтез нерекурсивных фильтров методом взвешивания и синтез КИХ-фильтров методом наилучшей равномерной (Чебышевской) аппроксимации.          Синтез рекурсивных фильтров по аналоговому прототипу методом билинейного z-преобразования</p>	4	
9	<p><b>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</p>	2	
<b>ВСЕГО</b>		<b>34</b>	

#### 4.2 Содержание практических занятий

Планом не предусмотрены.

#### 4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах	
			О	З
1	1,2	Основные приемы работы в системе GNU Octave (Matlab)	2	
2	3,4	Моделирование дискретных сигналов и последовательностей сигналов	4	
3	3,4	Детерминированные и случайные дискретные сигналы	4	
4	5	Линейные дискретные системы (ЛДС)	4	
5	4,5	Дискретное преобразование Фурье	6	
6	8	Синтез КИХ-фильтров методом окон	4	
7	8	Синтез БИХ-фильтров методом z-преобразования	4	
8	3,4,8	Спектральный анализ сигнала	6	
<b>ВСЕГО</b>			<b>34</b>	

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ ИННОВАЦИОННЫХ ФОРМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ 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 окон	2		лабораторная работа	дискуссия
4	Синтез БИХ-фильтров методом z-преобразования	2		лабораторная работа	дискуссия
<b>ВСЕГО:</b>		<b>8</b>			

## **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) [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://uisi.ru/>
2. Единая научно-образовательная электронная среда (Е-НОЭС) УрТИСИ <http://aup.uisi.ru/> доступ по логину и паролю.
3. Электронная библиотечная система «Айбукс.ру» <http://ibooks.ru/>.

### **6.4 Нормативные правовые документы и иная правовая информация**

*Нормативные правовые акты и нормативные методические документы, иная правовая информация (при наличии).*

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

Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Оборудование, программное обеспечение
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	лекционные занятия	<p>Оснащение:</p> <p>Рабочее место преподавателя - 1  Рабочие места обучающихся- 85  Компьютер  Athlonx2 255/HDD250GB/RAM4GB/K/M/Mo  nitorAOC 919VZ  Доска школьная 1,5*3,0 зел. 1-поверх.  Телевизор плазменный ЭлДжи RT-42PC 3 R  Проектор ViewSonic PG706HD  Экран для проектора «SAKURA CINEMA  MOTOSCREEN PRO»</p> <p>Программное обеспечение:  OS Windows,  Microsoft office (Word, Excel, Access),  Google Chrome,  Adobe Acrobat DC</p>
Учебная аудитория для проведения практических занятий.	практические занятия	<p>Оснащение:</p> <p>42 рабочих мест  1 рабочее место преподавателя  Доска магнитно-маркерная поворотная (100x180)  Доска школьная 1,5*3,0 бел. 1-поверх.  Офисная мебель</p>
Учебная аудитория для проведения самостоятельной работы, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Самостоятель ная работа, текущий контроль, промежуточн ая аттестация	<p>Оснащение:</p> <p>50 рабочих мест  1 рабочее место преподавателя  Доска магнитно-маркерная поворотная (100x180)  Доска школьная 1,0*3,0  Офисная мебель</p>

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИН**

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

#### **8.1.1 Подготовка к лекционным 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.

#### **8.1.2 Подготовка к лабораторным занятиям**

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 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.aup.uisi.ru>)

## **9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Для реализации дисциплины используются материально-технические условия, программное обеспечение и доступная среда, созданные в институте. Учебные материалы предоставляются обучающимся в доступной форме (в т.ч. в ЭИОС) с применением программного обеспечения:

Балаболка — программа, которая предназначена для воспроизведения вслух текстовых файлов самых разнообразных форматов, среди них: DOC, DOCX, DjVu, FB2, PDF и многие другие. Программа Балаболка умеет воспроизводить текст, набираемый на клавиатуре, осуществляет проверку орфографии;

Экранная лупа – программа экранного увеличения.

Для контактной и самостоятельной работы используются мультимедийные комплексы, электронные учебники и учебные пособия, адаптированные к ограничениям здоровья обучающихся имеющиеся в электронно-библиотечных системах «IPR SMART//IPRbooks», «Образовательная платформа Юрайт».

Промежуточная аттестация и текущий контроль по дисциплине осуществляется в соответствии с фондом оценочных средств в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации обучающихся.

Задания предоставляется в доступной форме:

для лиц с нарушениями зрения: в устной форме или в форме электронного документа с использованием специализированного программного обеспечения;

для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме или в форме электронного документа;

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в устной форме или в печатной форме, или в форме электронного документа.

Ответы на вопросы и выполненные задания обучающиеся предоставляют в доступной форме:

для лиц с нарушениями зрения: в устной форме или в письменной форме с помощью ассистента, в форме электронного документа с использованием специализированного программного обеспечения;

для лиц с нарушениями слуха: в электронном виде или в письменной форме;

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в устной форме или письменной форме, или в форме электронного документа (возможно с помощью ассистента).

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации обучающимся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки и ответа (по их заявлению).

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья учебные занятия по дисциплине проводятся в ДОТ и/или в специально оборудованной аудитории (по их заявлению).