

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.13 Цифровая обработка сигналов

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

Направленность (профиль) / специализация: **Транспортные сети и системы связи**

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2025**

Екатеринбург, 2024

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.
« ____ » _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.13 Цифровая обработка сигналов

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

Направленность (профиль) / специализация: **Транспортные сети и системы связи**

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: 2025

Разработчик (-и) рабочей программы:
к.ф.-м.н., доцент


_____ / В.Т. Куанышев /
подпись

Утверждена на заседании кафедры высшей математики и физики (ВМиФ) протокол от 19.11.2024 г. № 3

Заведующий кафедрой ВМиФ


_____ / В.Т. Куанышев /
подпись

Согласовано:
Заведующий выпускающей кафедрой

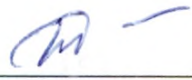

_____ / Е.И. Гниломёдов /
подпись

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:
к.ф.-м.н., доцент

_____ / В.Т. Куанышев /
подпись

Утверждена на заседании кафедры высшей математики и физики (ВМиФ) протокол от
19.11.2024г. № 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 относится к обязательной части учебного плана. Шифр дисциплины в учебном плане – Б1.О.13.

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.07 Информатика Б1.О.18 Компьютерное моделирование Б1.О.20 Основы информационной безопасности Б1.О.24 Основы телекоммуникаций Б1.В.01 Основы теории электрических цепей
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	Б1.В.08 Схемотехника телекоммуникационных устройств Б1.О.12 Теория электрических цепей
Последующие дисциплины и практики	Б1.В.14 Сети и системы радиосвязи Б1.В.21 Цифровые системы распределения сообщений Б1.В.ДВ.01.02 Сети и системы мобильной связи Б1.В.ДВ.01.01 Пакетные радиосети

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	Знать 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 обработки данных с помощью современных средств цифровой вычислительной техники	Уметь решать задачи обработки данных с помощью современных средств цифровой вычислительной техники

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Очная форма обучения (О)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Дисциплина изучается:

по очной форме обучения – в 4 семестре

по заочной форме обучения – на 3 курсе

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен.

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		4
Аудиторная работа (всего)	70	70
В том числе в интерактивной форме	8	8
Лекции (ЛК)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	-	-
ПК	2	2
Самостоятельная работа студентов (всего)	40	40
Проработка лекций	15	15
Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	-	-
Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов	25	25
Выполнение курсовой работы	-	-
Выполнение РГР**	-	-
Подготовка и сдача экзамена**	34	34
Общая трудоемкость дисциплины, часов	144	144

Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

** Оставить нужное

3.2 Заочная форма обучения (З)

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр	
		5	6
Аудиторная работа (всего)	16	4	12
В том числе в интерактивной форме	8		8
Лекции (ЛК)	8	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	8		8
Практические занятия (ПЗ)	-	-	
Самостоятельная работа студентов (всего)	119	68	51
Проработка лекций	20	9	11
Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	-	-	
Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов	40	20	20
Выполнение курсовой работы	-	-	
Выполнение ДКР**	59	39	20
Подготовка и сдача экзамена**	9		9

Общая трудоемкость дисциплины, часов	144	72	72
---	-----	----	----

Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

** 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	1. Введение в цифровую обработку сигналов (ЦОС). 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	0,5
2	2. Преобразование сигналов из аналогового в цифровой вид и наоборот. Типичная система цифровой обработки. Дискретизация. Квантование. Теорема отсчетов. Аналого-цифровые преобразователи. Процесс цифро-аналогового преобразования: восстановление аналогового сигнала. Цифро-аналоговые преобразователи	2	0,5
3	3. Математическое описание цифровых сигналов. Дискретное преобразование Фурье. Последовательности как математические модели дискретных сигналов. Ряд Фурье. Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и обратное ДПФ. Свойства ДПФ	4	0,5
4	4. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ). 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	4	0,5
5	5. Линейные дискретные системы (ЛДС). Описание ЛДС во временной области: свертка и разностное уравнение; рекурсивные и нерекурсивные ЛДС; КИХ- и БИХ-системы. Устойчивость ЛДС по импульсной характеристике	4	0,5
6	6. Описание ЛДС в z-области. 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	1,0
7	7. Другие дискретные преобразования. Дискретное косинус-преобразование (ДКП), преобразование Уолша, преобразование Адамара, вейвлетное преобразование. Применение ДКП для сжатия изображений: квантование коэффициентов двумерного ДКП, кодирование.	2	0,5

8	8. Цифровые фильтры. 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	2	0,5
9	9. Основные свойства и методы расчёта нерекурсивных цифровых фильтров. Типы нерекурсивных цифровых фильтров с линейной фазо-частотной характеристикой. Синтез нерекурсивных фильтров методом взвешивания и синтез КИХ-фильтров методом наилучшей равномерной (Чебышевской) аппроксимации	3	1,5
10	10. Основные свойства и методы расчёта рекурсивных цифровых фильтров. Способы аппроксимации частотных характеристик рекурсивных цифровых фильтров. Синтез рекурсивных фильтров по аналоговому прототипу методом билинейного z-преобразования	3	1,5
11	11. Цифровая обработка сигналов при нескольких скоростях. 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.	2	0,5
ВСЕГО:		34	8

4.2 Содержание лабораторных занятий

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

		использованием программных средств Octave			
8	9,10	Синтез БИХ-фильтров методом билинейного z-преобразования с использованием программных средств Octave	4	2	
9	11	Моделирование систем однократной интерполяции, децимации и передискретизации программными средствами Octave	4	1	
ВСЕГО			34	8	

5. ПЕРЕЧЕНЬ ИННОВАЦИОННЫХ ФОРМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ¹

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	2	лекция	дискуссия
2	Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ)	2	2	лекция	дискуссия
3	Синтез КИХ-фильтров методом наилучшей равномерной (чебышевской) аппроксимации, описанием их структур и анализом характеристик с использованием программных средств Octave	2	2	Лабораторная работа	Мозговой штурм
4	Синтез БИХ-фильтров методом билинейного z-преобразования с использованием программных средств Octave	2	2	Лабораторная работа	Мозговой штурм
ВСЕГО		8	8		

* 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://irbooks.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://irbooks.ru/reading.php?productid=335244>.

¹ Учить 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).

2) Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. Издание 3-е, исправленное. - Москва: Техносфера, 2012 г. - 1048 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://irbooks.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	Оборудование, программное обеспечение
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	лекционные занятия	100 посадочных мест 1 рабочее место преподавателя Доска школьная 1,5*3,0 бел. 1-поверх. Программное обеспечение: Microsoft Windows 10, Microsoft office (Word, Excel, Access), Google Chrome, Maple 12, Foxit PDF Reader
Учебная аудитория для проведения практических занятий.	практические занятия	42 рабочих мест 1 рабочее место преподавателя Доска магнитно-маркерная поворотная (100x180) Доска школьная 1,5*3,0 бел. 1-поверх. Офисная мебель
Учебная аудитория для проведения групповых, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Групповые и индивидуальные консультации текущий контроль, промежуточная аттестация	42 рабочих мест 1 рабочее место преподавателя Доска магнитно-маркерная поворотная (100x180) Доска школьная 1,5*3,0 бел. 1-поверх. Офисная мебель
Помещение для самостоятельной работы	самостоятельная работа	42 рабочих мест 1 рабочее место преподавателя Доска магнитно-маркерная поворотная (100x180) Доска школьная 1,5*3,0 бел. 1-поверх. Офисная мебель

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ²

8.1 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.

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

8.2 Подготовка к лабораторным занятиям

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.

8.3 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;

²Целью методических указаний является обеспечение обучающимся оптимальной организации процесса изучения дисциплины.

- 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.

8.4 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).