Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович
Должность: Ректор
Дата подписания: [illegible]
Уникальный программный ключ:
5cf0d6f89e80f49a334f6a4ba58e91f3326b9926

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Дагестанский государственный технический университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина Цифровая обработка сигналов
наименование дисциплины по ОПОП

для направления 11.03.01 Радиотехника
код и полное наименование специальности

по профилю Радиотехнические средства передачи, приема и обработки информации

факультет Компьютерных технологий и энергетики
наименование факультета, где ведется дисциплина

кафедра Радиотехники, телекоммуникаций и микроэлектроники
наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина

Форма обучения очная, заочная курс 4 семестр (ы) 8
очная, очно-заочная, заочная

г. Махачкала 2025

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению "Радиотехника" с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по профилю 11.03.01 "Радиотехнические средства передачи, приема и обработки информации".

Разработчик _____ Семиляк А.И., старший преподаватель
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

«16» 06 2025 г.

Зав. кафедрой, за которой закреплена дисциплина (модуль)_____

_____ Хазамова М.А., к.т.н., доцент
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

«16» 09 2025 г.

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры РТиМ от 03.09.25 года, протокол № 1.

Зав. выпускающей кафедрой по данному направлению (специальности, профилю)

_____ Гаджиев Х.М., к.т.н., доцент
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

«03» 09 2025 г.

Программа одобрена на заседании Методического совета по направлению "Радиотехника" по профилю 11.03.01 "Радиотехнические средства передачи, приема и обработки информации". факультета «Радиоэлектроники и биотехнических систем» от 05.09.25 года, протокол № 1.

Председатель Методического совета факультета

_____ Магомедсаидова С.З. ст.препод., каф. РТиМ
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

«05» 09 2025 г.

Декан факультета _____ Кардашова Г.Д.
подпись ФИО

Начальник УО _____ Муталибов М.Т.
подпись ФИО

Проректор по УР _____ Демирова У.Ф.
подпись ФИО

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины (модуля) Цифровая обработка сигналов являются ознакомление студентов с основами цифровой обработки сигналов (ЦОС), с принципами построения и структурами современных процессоров ЦОС, включая сигнальные процессоры, применяемые в системах подвижной радиосвязи; создание базы для последующего изучения цикла специальных дисциплин и использования в последующей практической деятельности. Изучение основ фундаментальной теории цифровой обработки сигналов (ЦОС) в части базовых методов и алгоритмов ЦОС, инвариантных относительно физической природы сигнала, и включающих в себя:

- математическое описание (математические модели) линейных дискретных систем (ЛДС) и дискретных сигналов;
- включая дискретности в виде структур;
- оценку шумов квантования в ЦФ с фиксированной точкой (ФТ);
- изучение современных средств компьютерного моделирования базовых методов и алгоритмов ЦОС.

Основными задачами изучения дисциплины являются освоение типовых алгоритмов ЦОС, особенностей архитектур процессоров ЦОС, систем разработки алгоритмов и программ обработки сигналов, а также формирование практических навыков реализации систем ЦОС.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Цифровая обработка сигналов» согласно учебного плана включена в вариативную часть дисциплин Б1.В.21. Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часа (2 зачетных единицы). Форма итогового контроля – зачет в восьмом семестре.

Освоение дисциплины «Цифровая обработка сигналов» базируется на фундаментальных дисциплинах – «Математика», «Физика», «Микропроцессорные устройства» и «Информатика». Наиболее важными для усвоения курса являются следующие разделы этих дисциплин: - дифференциальное и интегральное исчисление; - интегральные преобразования Фурье и Лапласса; -электричество и магнетизм; - вычислительные методы решения систем линейных уравнений с вещественными и комплексными коэффициентами, дифференциальных уравнений 1-го и 2-го порядков. Минимальные требования к «входным» знаниям, необходимые для успешного освоения дисциплины это – удовлетворительное усвоение программ по указанным разделам.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

В результате освоения дисциплины “Цифровая обработка сигналов” студент должен овладеть следующими компетенциями: ПК-1, ПК-2.

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименование показателя оценивания (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК-1	Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.	ПК-1.1. Умеет строить физические и математические модели узлов, блоков радиотехнических устройств и систем. ПК-1.2. Владеет навыками компьютерного моделирования.
ПК-2	Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов.	ПК-2.1. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков радиотехнических устройств и систем . ПК-2.2. Умеет проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем. .

4. Объем и содержание дисциплины (модуля)

Форма обучения	очная	очно-заочная	заочная
Общая трудоемкость по дисциплине (ЗЕТ/ в часах)	2 Зет/72	-	2 Зет/72
Семестр	8	-	5
Лекции, час	8	-	4
Практические занятия, час	8	-	4
Лабораторные занятия, час	8	-	4
Самостоятельная работа, час	48	-	56
Курсовой проект (работа), РГР, семестр	-	-	-
Зачет (при заочной форме 4 часа отводится на контроль)	+ зачет	-	4
Часы на экзамен (при очной, очно-заочной формах 1 ЗЕТ – 36 часов, при заочной форме 9 часов отводится на контроль)	-	-	-

4.1.Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Раздел дисциплины, тема лекции и вопросы	Очная форма				Очно-заочная форма				Заочная форма			
		ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	ЛК	ПЗ	ЛБ	СР
1	Тема1. Введение в системы дискретной обработки. Основные понятия и термины. Понятие сигнала, обработки и цифры. Структура системы ЦОС. Назначение компонентов. Преимущества и недостатки систем ЦОС. Теорема Котельникова. Области применения систем ЦОС. Понятие реального времени в системах ЦОС. Аналоговые сигналы. Классификация сигналов. Спектр сигналов. Разложение сигналов в ряд Фурье. Комплексная огибающая сигнала. Дискретные сигналы. Особенности спектра дискретного сигнала. Линейные системы. Способы описания, характеристики. Вычислительные устройства для реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов. Особенности их архитектуры и отличия от универсальных вычислительных устройств.	2	2	2	7					1	1	1	
2	Тема 2. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование в системах ЦОС. Однородное и неоднородное квантование в системах связи. Виды АЦП и ЦАП (последовательного приближения, параллельные, сигма-дельта АЦП). Понятие шума квантования, его определение. Кодирование сигнала на выходе АЦП (прямой двоичный код, прямосмещенный, дополнительный коды). Явления наложения спектра. Z-преобразование в дискретных системах. Операции свертки. Теоремы, применение. Операция корреляции. Взаимная и автокорреляция. Области применения. Введение в цифровую фильтрацию. Фильтры с конечной импульсной характеристикой, фильтры скользящего среднего. Структура, принцип работы, импульсная характеристика.	2	2	2	7					1	1	1	

3	Тема 3.Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой. Математическое представление, каскадная форма. Влияние цифровых эффектов на устойчивость БИХ-фильтров. Методы расчета цифровых фильтров. Изменение частоты дискретизации интерполяция, децимация (CIC-фильтры), передискретизация. Дискретное преобразование Фурье. ДПФ как корреляция, свойства ДПФ. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Вычисление свертки при помощи ДПФ.	2	2	2	7					1	1	1	
4	Тема 4. Стационарные и нестационарные сигналы. Анализ нестационарных сигналов. Вейвлет-преобразование и ДПФ. Квадратурные сигналы, квадратурная дискретизация, полосовая дискретизация. Методы улучшения параметров КИХ-фильтров. Вычисление КИХ-фильтра с помощью БПФ, интерполированные КИХ-фильтры. Преобразование Гильберта. Применение.	2	2	2	7					1	1	1	
Форма текущего контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре)		Входная конт. работа 1 аттестация 1-3 тема								Входная конт.работа; Контрольная работа			
Форма промежуточной аттестации (по семестрам)		Зачет/ зачет с оценкой/ экзамен				Зачет/ зачет с оценкой/ экзамен				Зачет/ зачет с оценкой/ экзамен			
Итого		8	8	8	44					4	4	4	56

4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование лабораторного (практического, семинарского) занятия	Количество часов			Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
			Очно	Очно-заочно	Заочно	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1	1,2	Лабораторная работа №1 Изучение основ работы в пакете Scilab. .	4		**2**	1
2	3,4	Лабораторная работа №2 Фильтр скользящего среднего. .	4		**2**	2,3
Итого			8		4	

4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование лабораторного (практического, семинарского) занятия	Количество часов			Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
			Очно	Очно-заочно	Заочно	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1	1,2	Практическое занятие №1 Дискретизация и контроль за наложением. Полосовая дискретизация с недостаточной выборкой. .	4		**2**	3,4
2	3,4	Практическое занятие №2 Шум квантования при аналого-цифровом преобразовании. .	4		**2**	4
Итого			8		4	

4.4. Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины			Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
		Очно	Очно-заочно	Заочно		
1	2	3	4	5		
1	Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы и системы.	3		4	1,10	
2	Математическая модель дискретного сигнала в непрерывном времени.	3		4	2,10	
3	Математическое описание дискретных сигналов. Теорема Уиттекера – Котельникова –Шеннона.	3		4	3,9	
4	Дискретное преобразование Фурье. ДПФ как корреляция, свойства ДПФ. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Вычисление свертки при помощи ДПФ.	3		5	8,10	
5	Основы теории Z-преобразования.	4		4	4,8	

6	Цифровые фильтры. Методы расчета цифровых фильтров. Фильтры с конечной импульсной характеристикой, фильтры скользящего среднего. Структура, принцип работы, импульсная характеристика.	4		5	5,9	
	Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование в системах ЦОС. Однородное и неоднородное квантование в системах связи. Виды АЦП и ЦАП (последовательного приближения, параллельные, сигма-дельта АЦП). Понятие шума квантования, его определение. Кодирование сигнала на выходе АЦП (прямой двоичный код, прямосмещенный, дополнительный коды). Явления наложения спектра. Z-преобразование в дискретных системах.				6,7	
7	Специальные алгоритмы цифровой обработки сигналов в радиотехнических и телекоммуникационных системах. Операции свертки. Теоремы, применение.	6		4	4,10	
8	Демодуляция узкополосных сигналов. Цифровые преобразователи Гильберта.	4		4	5,9	
9	Оценка и обеспечение точности цифровых фильтров	4		4	3,10	
10	Специальные алгоритмы цифровой обработки сигналов в радиотехнических и телекоммуникационных системах.	4		5	2,6	
11	Реализация цифровой обработки сигналов на основе микропроцессорных средств	6		4	2,6	
12	Функциональные устройства и интерфейс сигнальных процессоров	4		4	2,9	
13	Программирование цифровых сигнальных процессоров			5	3	
Итого		48		56	7	

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Оценочные средства для контроля входных знаний, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины “Цифровая обработка сигналов” приведены в приложении А (Фонд оценочных средств) к данной рабочей программе.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов приведено ниже в разделе 7 настоящей рабочей программы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)

/Зав. библиотекой _____ Казнрова Н.Г.

№ п/п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение, электронно-библиотечные и Интернет ресурсы	Количество изданий	
			В библиотеке	На кафедре
1	2	3	6	7
ОСНОВНАЯ				
1.	ЛК, ПЗ	Умняшкин, С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие / С. В. Умняшкин. — 7-е изд. — Москва : Техносфера, 2024. — 552 с. — ISBN 978-5-94836-686-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	URL: https://www.iprbookshop.ru/145881.html	-
2.	ЛК, ПЗ	Козлов, И. М. Цифровая обработка сигналов. Конспект лекций : учебное пособие / И. М. Козлов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2023. — 132 с. — ISBN 978-5-7782-4969-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	URL: https://www.iprbookshop.ru/156073.html	-
3.	ЛК, ПЗ	Чикильдин, Г. П. Введение в теорию сигналов. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / Г. П. Чикильдин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2024. — 92 с. — ISBN 978-5-7782-5202-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	URL: https://www.iprbookshop.ru/155649.html	-
4.	ЛК, ПЗ	Иванова, В. Е. Цифровая обработка	URL:	-

		сигналов и сигнальные процессоры : учебное пособие / В. Е. Иванова, А. И. Тяжев ; под редакцией А. И. Тяжев. — 2-е изд. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 253 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	https://www.iprbookshop.ru/75425.html	
5.	ЛК, ПЗ	Васюков, В. Н. Цифровая обработка сигналов: сборник задач и упражнений : учебное пособие / В. Н. Васюков. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 76 с. — ISBN 978-5-7782-3572-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	URL: https://www.iprbookshop.ru/91481.html	-
6.	ЛК, ПЗ	Прикладные методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах : учебное пособие / П. П. Клименко, В. Т. Корниенко, А. М. Макаров [и др.]. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. — 130 с. — ISBN 978-5-9275-3802-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	URL: https://www.iprbookshop.ru/117161.html	-
7.	ЛК, ПЗ	Саркаров Т.Э., Семиляк А.И. Цифровая обработка сигналов. Электронный курс лекций для обучающихся по направлению подготовки бакалавров 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» (специализация - «Радиосистемы и комплексы управления»). – Махачкала, 2025 г. – с.159	Электронная информационно-образовательная среда ДГТУ	-
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ				
8.	ЛК,ПЗ	Марьев, А. А. Методы и устройства цифровой обработки сигналов. Дискретизация. Квантование.	URL: https://www.iprbookshop.ru	-

		Цифровой анализ сигналов : учебное пособие / А. А. Марьев. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. — 132 с. — ISBN 978-5-9275-3608-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	/115518.html	
9.	ЛК, ПЗ	Вадутов, О. С. Математические основы обработки сигналов. Практикум : учебное пособие / О. С. Вадутов. — Томск : Томский политехнический университет, 2014. — 102 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	URL: https://www.iprbookshop.ru/34676.html	
10	ЛК, ПЗ	Соловьев, Н. А. Цифровая обработка информации в задачах и примерах : учебное пособие / Н. А. Соловьев, Н. А. Тишина, Л. А. Юркевская. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 123 с. — ISBN 978-5-7410-1614-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	URL: https://www.iprbookshop.ru/78923.html	

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины “ Цифровая обработка сигналов ” включает:

- библиотечный фонд (учебная, учебно-методическая, справочная литература, научная и деловая периодика);
- компьютизированные рабочие места для обучаемых с доступом в сеть Интернет;
- аудитории, оборудованные проекционной техникой.

Практические занятия выполняются в лаборатории №317 (УЛК 2 ФКТиЭ) с использованием **пакета прикладных математических программ для инженерных и научных расчётов Scilab**.

9. Специальные условия инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ)

Специальные условия обучения и направления работы с инвалидами и лицами с ОВЗ определены на основании:

- Федерального закона от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федерального закона от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации»;
- приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- методических рекомендаций по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденных Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ОВЗ понимаются условия обучения, воспитания и развития, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания ДГТУ и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение ОПОП обучающихся с ОВЗ.

Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ОВЗ осуществляется ДГТУ с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ОВЗ может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта ДГТУ в сети «Интернет» для слабовидящих;
- весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию ДГТУ.

2) для лиц с ОВЗ по слуху:

- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);

3) для лиц с ОВЗ, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).

Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие студентам с ОВЗ адаптироваться к учебному процессу.

В процессе ведения учебной дисциплины научно-педагогическим работникам рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ОВЗ в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающимися, создании комфортного психологического климата в учебной группе.

Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ОВЗ устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и др.). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене

10. Лист изменений и дополнений к рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе на 20___/20___ учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. ……..;
2. ……..;
3. ……..;
4. ……..;
5. ……..

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений или дополнений на данный учебный год.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____ от _____ года, протокол № _____.

Заведующий кафедрой _____ _____ _____
(название кафедры) (подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

Согласовано:

Декан (директор)_____ _____ _____
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

Председатель МС факультета _____ _____ _____
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)