

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович
Должность: Ректор
Дата подписания: 06.11.2025 10:20:18
Уникальный идентификатор:
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 специальности 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем
код и полное наименование специальности

по специализации Безопасность открытых информационных систем

факультет Компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики
наименование факультета, где ведется дисциплина

кафедра Информационная безопасность
наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина

Форма обучения очная курс 4 семестр (ы) 7(8)
очная, очно-заочная, заочная

г. Махачкала 2024

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 10.03.01 Информационная безопасность с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению 10.03.01 Информационная безопасность и профилю Безопасность автоматизированных систем.

Разработчик


подпись

Качаева Г.И., к.э.н.
(ФИО уч. степень, уч. звание)

« 27 » сентября 2024г.

Зав. кафедрой, за которой закреплена дисциплина (модуль)


подпись

Качаева Г.И., к.э.н.
(ФИО уч. степень, уч. звание)

«15» октября 2024 г.

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры информационной безопасности от 15 октября 2024 года, протокол № 3.

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


подпись

Качаева Г.И., к.э.н.
(ФИО уч. степень, уч. звание)

«15» октября 2024 г.

Программа одобрена на заседании Методического Совета факультета компьютерных технологий и энергетики от 17 сентября 2024 года, протокол № 2.

Председатель Методического совета
факультета КТиЭ


подпись

Т.И. Исабекова, к.ф.-м.н., доцент
(ФИО уч. степень, уч. звание)

Декан факультета


подпись

Т.А. Рагимова
ФИО

Начальник УО


подпись

М.Т. Муталибов
ФИО

Проректор по УР


подпись

А.Ф. Демирова
ФИО

1. Цели 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 ООП

Профессиональный цикл общепрофессиональных дисциплин, базовая часть. Студенты должны освоить предшествующие дисциплины: математический анализ, дискретная математика, информатика. Освоение дисциплины необходимо для изучения следующих дисциплин: устройства приема и обработки сигналов, микропроцессорные системы.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной техники, применять основные физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-4).

Компетенции обучающегося:

Код компетенции	Наименование компетенции
ОПК-4.2.2	умеет проводить физический эксперимент, обрабатывать его результаты и делать выводы о проделанной исследовательской работе
ОПК-4.2.3	умеет решать типовые прикладные физические задачи
ОПК-4.2.4	уметь работать с современной измерительной техникой.
ОПК-4.1.8	знает основополагающие принципы работы элементов и функциональных узлов электронной аппаратуры.
ОПК-4.2.5	умеет анализировать компонентную базу электронной аппаратуры.
ОПК-4.1.9	знает терминологию, основные руководящие и регламентирующие документы в области ЭВМ и вычислительных систем
ОПК-4.2.6	умеет осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации в области ЭВМ и систем с применением современных информационных технологий

4. Объем и содержание дисциплины (модуля)

Форма обучения	очная	очно- заочная	заочная
Общая трудоемкость по дисциплине (ЗЕТ/ в часах)	5/180	5/180	
Семестр	7	8	
Лекции, час	17	9	
Практические занятия, час			
Лабораторные занятия, час	34	17	
Самостоятельная работа, час	93	118	
Курсовой проект (работа), РГР, семестр	-	-	
Зачет (при заочной форме 4 часа отводится на контроль)	-	-	
Часы на экзамен (при очной, очно-заочной формах 1 ЗЕТ – 36 часов , при заочной форме 9 часов отводится на контроль)	1 ЗЕТ – 36 часов	1 ЗЕТ – 36 часов	

4.1. Структура и содержание дисциплины (модуля) Цифровая обработка сигналов

4.1.Содержание дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины Тема лекции и вопросы	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего* контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		ЛК	ПЗ	ЛР	СР	
		34		34	40	
1	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.	2			2	Контрольная работа №1
2	Аналоговые сигналы. Классификация сигналов. Спектр сигналов. Разложение сигналов в ряд Фурье. Комплексная огибающая сигнала.	2		4	4	
3	Дискретные сигналы. Особенности спектра дискретного сигнала. Линейные системы. Способы описания, характеристики.	2				

4	Вычислительные устройства для реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов. Особенности их архитектуры и отличия от универсальных вычислительных устройств.	2		4	2	
5	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.	2			2	
6	Операции свертки. Теоремы, применение.	2			4	
7	Операция корреляции. Взаимная и автокорреляция. Области применения. Введение в цифровую фильтрацию	2			2	
8	Фильтры с конечной импульсной характеристикой, фильтры скользящего среднего. Структура, принцип работы, импульсная характеристика.	2		4	4	Контрольная работа №2
9	Фильтры с бесконечной имп. Характеристикой. Математическое представление, каскадная форма. Влияние цифровых эффектов на устойчивость БИХ-фильтров.	2		4	2	
10	Методы расчета цифровых фильтров.	2		4	2	
						Контрольная работа №3

11	Изменение частоты дискретизации интерполяция, децимация (СИС- фильтры), передискретизация	2			2	
12	Дискретное преобразование Фурье. ДПФ как корреляция, свойства ДПФ. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Вычисление свертки при помощи ДПФ.	2		4	2	
13	Стационарные и нестационарные сигналы. Анализ нестационарных сигналов. Вейвлет-преобразование и ДПФ	2			2	
14	Квадратурные сигналы, квадратурная дискретизация, полосовая дискретизация	2		4	2	
15	Методы улучшения параметров КИХ- фильтров. Вычисление КИХ-фильтра с помощью БПФ, интерполированные КИХ-фильтры	2			2	
16	Преобразование Гильберта. Применение.	2			2	
17	Принципы организации цифрового приема радиосигналов. Цифровые виды модуляции, вероятность возникновения ошибок и т.д. Корреляционный прием, оптимальные фильтры	2		2	4	

В соответствии с Типовым положением о вузе к видам учебной работы отнесены: лекции, консультации, семинары, практические занятия, лабораторные работы, контрольные работы, коллоквиумы, самостоятельные работы, научно- исследовательская работа, практики, курсовое проектирование (курсовая работа). Вуз может устанавливать другие виды учебных занятий.

** - Разделы, тематику и вопросы по дисциплине следует разделить на три текущие аттестации в соответствии с сроками проведения текущих аттестаций (1 аттестация -1,5 месяца, 2 аттестация -1,0 месяц и 3*

аттестация – 1,0 месяц) в течение семестра. По материалу программы, пройденному студентом после завершения 3ей аттестации до конца семестра (2-3 недели), контроль успеваемости осуществляется при сдаче зачета или экзамена.

4.2. Содержание лабораторных (практических семинарских) занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование лабораторного (практического, семинарского) занятия	Количество часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
1	2	3	4	5
1	2	Лаб. Работа 1. Изучение среды разработки программ для DSP процессоров фирмы ADI Visual DSP.	8	1, 4
2	4	Лаб. Работа 2. Изучение структуры процессора Blackfin BF-533 (ядро процессора, система прерываний, таймеры, часы реального времени, программируемые флаги)	8	1, 4, 5
3	4	Лаб. Работа 3. Изучение структуры процессора Blackfin BF-533 (порты ввода/вывода)	8	1, 4, 5
4	10	Лаб. Работа 4. Разработка цифровых фильтров в программе Matlab	4	2, 4
5	8	Лаб. Работа 5. Изучение нерекурсивных цифровых фильтров на отладочном комплекте ф. ADI	4	2, 4

4.3 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
1	2	3	4
1	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.	4	4
2	Аналоговые сигналы. Классификация сигналов. Спектр сигналов. Разложение сигналов в ряд Фурье. Комплексная огибающая сигнала.	2	2
3	Вычислительные устройства для реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов. Особенности их архитектуры и отличия от универсальных вычислительных устройств.	2	1
4	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.	2	5
5	Операции свертки. Теоремы, применение.	2	2
6	Операция корреляции. Взаимная и автокорреляция. Области применения. Введение в цифровую фильтрацию	2	2, 1
7	Фильтры с конечной импульсной характеристикой, фильтры скользящего среднего. Структура, принцип работы, импульсная характеристика.	2	3, 4
8	Фильтры с бесконечной имп. Характеристикой. Математическое представление, каскадная форма. Влияние цифровых эффектов на устойчивость БИХ-фильтров.	4	3, 4

9	Методы расчета цифровых фильтров.	2	2
10	Изменение частоты дискретизации интерполяция, децимация (СИС-фильтры), передискретизация	2	2, 1
11	Дискретное преобразование Фурье. ДПФ как корреляция, свойства ДПФ. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Вычисление свертки при помощи ДПФ.	4	4, 1
12	Стационарные и нестационарные сигналы. Анализ нестационарных сигналов. Вейвлет-преобразование и ДПФ	2	4
13	Квадратурные сигналы, квадратурная дискретизация, полосовая дискретизация	2	4
14	Методы улучшения параметров КИХ-фильтров. Вычисление КИХ-фильтра с помощью БПФ, интерполированные КИХ-фильтры	2	4
15	Преобразование Гильберта. Применение.	2	2, 4
16	Принципы организации цифрового приема радиосигналов. Цифровые виды модуляции, вероятность возникновения ошибок и т.д. Корреляционный прием, оптимальные фильтры	2	4
17	Интегрированные среды разработки и отладки программного обеспечения для процессоров ЦОС	2	1

5. Образовательные технологии

- Организация и проведение студенческих семинаров по тематике занятия.
- Организация и проведение интерактивных семинаров (вебинаров) с участием ведущих специалистов отечественных и зарубежных компаний.

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

6.1 Вопросы к входной контрольной работе

1. Формы представления сигналов (временное и частотное). Понятия амплитудного и фазового спектров. Переход от временного представления сигналов к частотному.
2. Разложение периодических и непериодических функций в ряд Фурье. Назначение. Области применения.
3. Основные элементы цифровой техники: логические элементы, триггеры, счетчики.
4. Программируемые устройства цифровой техники. Принципы работы микропроцессорных устройств. Организация обмена данными между микропроцессором и внешними устройствами
5. Дискретизация, назначение, виды. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Назначение, основные параметры.
6. Основные структурные элементы программы на языке С (операторы, подпрограммы, логические и арифметические операции). Структура простейшей программы на языке С.
7. Непрерывные и дискретные сигналы. Основные виды и параметры сигналов.
8. Основные принципы структурного программирования. Декомпозиция задачи, подпрограммы, функции.

6.2 Вопросы для текущих контрольных работ

Контрольная работа №1

1. Сравнение цифровой и аналоговой обработки сигналов. Преимущества и недостатки систем ЦОС

2. Структура простейшей системы цифровой обработки сигналов. Назначение отдельных компонентов. Принцип работы системы. Основное отличие системы цифровой обработки от систем аналоговой обработки.
3. Теорема Котельникова. Понятие периода и частоты дискретизации. Частота дискретизации как основной фактор, ограничивающий применение систем цифровой обработки.
4. Аналоговые сигналы. Классификация сигналов, их основные характеристики. Комплексная огибающая сигнала.
5. Временное и частотное представление сигналов. Спектр сигналов. Разложение сигналов в ряд Фурье.
6. Дискретные сигналы. Получение дискретного сигнала. Особенности спектра дискретного сигнала.
7. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование в системах ЦОС. Назначение и роль, Однородное и неоднородное квантование в системах связи.
8. Теорема Котельникова. Основные параметры АЦП и ЦАП.
9. Основные виды АЦП. Их преимущества и недостатки.
10. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование в системах ЦОС. Явление наложения спектра. Теорема Котельникова.

Контрольная работа №2

1. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование в системах ЦОС. Параметры преобразователей. Теорема Котельникова.
2. Эффекты наложения и повторения спектров при цифровой обработке. Принцип возникновения и способы устранения. Теорема Котельникова.
3. Операция свертки. Теоремы.
4. Операция корреляции. Области применения.
5. Взаимная и автокорреляция. Теоремы о свертке
6. Фильтры с конечной импульсной характеристикой. Структура, принцип работы, импульсная характеристика.

7. Фильтры с конечной импульсной характеристикой. Фильтры скользящего среднего. Теоремы о свертке.
8. Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой. Теорема Котельникова.

Контрольная работа №3

1. Основные операции ЦОС. Их назначение.
2. Цифровые нерекурсивные фильтры. Структурная схема, математическая модель. Особенности импульсной характеристики.
3. Методы синтеза КИХ-фильтров
4. Цифровые рекурсивные фильтры. Структурная схема, математическая модель. Особенности, связанные с наличием обратных связей.
5. Методы синтеза БИХ-фильтров
6. Сравнительная характеристика аналоговых, КИХ и БИХ-фильтров.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля): основная литература, дополнительная литература: программное обеспечение и Интернет-ресурсы следует привести в табличной форме.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории Цифровых сигнальных процессоров исследовательского центра «Современные электронные элементы и технологии» на специализированных лабораторных стендах на базе процессоров ЦОС семейства BlackFin компании Analog Devices.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций по направлению и профилю подготовки

Рецензент от выпускающей кафедры по направлению (специальности)

Подпись, ФИО

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной практики. Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)

Согласовано

Зав. библиотекой ФГБОУ ВО «ДГТУ»

« ____ » _____

№ п/п	Виды занятий (лк, пз, лб, срс, ирс)	Комплект необходимой учебной литературы по дисциплинам (наименование учебника, учебного пособия, конспект, лекций, учебно-методич.	Автор	Издательство и год издания	Кол. -во пособий, учебников и прочей литературы	
					В библиотек	На кафедре
1	2	3	4	5	6	7
ОСНОВНАЯ						
1.	ЛК, ЛБ	Цифровая обработка сигналов: практический подход	Э. Айфичер, С. Джервис	М, Издательский дом "Вильямс", 2014 г.	-	1
2.	ЛК, ЛБ	Цифровая обработка сигналов: практический подход	Э. Айфичер, С. Джервис	М, Издательский дом "Вильямс", 2016 г.	-	1
3.	ЛК, ЛБ	Цифровая обработка сигналов	А.Б. Сергиенко	Спб., "Питер", 2019г.	-	1
4.	ЛК, ЛБ	Введение в цифровую фильтрацию	Под ред. Р. Богнера и А. Константинодиса	М.: "МИР", 1976	-	1
5.	ЛК, ЛБ, СР	Основы приема и обработки сигналов : учебное пособие	Плаксиенко В.С.	Инженерно-технологическая академия. - Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2016	—	—
6.	ЛК, ЛБ	Электротехнические чертежи и схемы	Александров К.К., Кузьмина Е.Г.	-М.: Издательство МЭИ, 2012. -300с.	5	—
7.	ЛК, ЛБ	Цифровая обработка сигналов в базе программируемых	Строгонов А.В.	Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015.	-	-

		логических интегральных схем				
8.	ЛК, ЛБ, СР	Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов / учебное пособие	Умняшкин С.В.	2-е изд., испр. и доп. - М. : Техносфера, 2012. - 368 с. - (Мир цифровой обработки) [Электронный ресурс] - http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233733	-	-

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1.		Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB / учебное пособие	Щетинин Ю.И.	Новосибирск : НГТУ, 2017. - 115 с. [Электронный ресурс] - http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229142	-	-
2.		Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений / учебное пособие.	Красильников Н. Н.	СПб.: БХВ-Петербург, 2015. - 608 с.: ил. - http://znanium.com/bookread.php?book=355314	-	-
3.		Устройства приема и обработки сигналов	Подлесный С. А.	[Электронный ресурс] - http://znanium.com/bookread.php?book=441113	-	-

Дополнения и изменения в рабочей программе

на 20 / учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

[illegible]

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой _____ « » _____ 20 ____ г.

Внесенные данные утверждаю:

Проректор по учебной работе (декан) _____ « » _____ 20 ____ г.