Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович
Должность: Ректор
Дата подписания: 12.03.2026 15:34:04
Уникальный программный ключ:
5cf0d6f89e80f49a334f6a4ba58e91f3326b9926

Приложение А

(обязательное к рабочей программе дисциплины)

Министерство высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Цифровая обработка сигналов»

Уровень образования Бакалавриат
(бакалавриат/магистратура/специалитет)

Направление подготовки бакалавриата/магистратуры/специальность 11.03.01 «Радиотехника»
(код, наименование направления подготовки/специальности)

по профилю Радиотехнические средства передачи, приема и обработки информации

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

Фонд оценочных средств обсужден на заседании кафедры ТиОЭ
«16» 06 2025 г., протокол № 11

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

г. Махачкала 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)
2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП
2.1.2. Этапы формирования компетенций
2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания
2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования
2.2.2. Описание шкал оценивания
3. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП
3.1. Задания и вопросы для входного контроля
3.2. Оценочные средства и критерии сформированности компетенций
3.3. Задания для промежуточной аттестации (зачета и (или) экзамена)

1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины «Цифровая обработка сигналов» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся (в т.ч. по самостоятельной работе студентов, далее – СРС), освоивших программу данной дисциплины.
Целью фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 11.03.01 «Радиотехника» по профилю Радиотехнические средства передачи, приема и обработки информации.

Рабочей программой дисциплины «Цифровая обработка сигналов» предусмотрено формирование следующих компетенций:

1) ПК-1– Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

2) ПК-2- Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля), и используемые оценочные средства приведены в таблице 1.

2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

Таблица 1

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	Критерии оценивания	Наименование контролируемых разделов и тем
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.	Знать: методы обработки и анализа экспериментальных результатов, оценки полученных экспериментальных данных; Уметь: использовать основные приемы идентификации математических моделей различных уровней; Владеть: основными методами и подходами при обработке результатов эксперимента.	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.
	ПК-1.2. Владеет навыками компьютерного моделирования.	Знать: способы обработки и анализа результатов эксперимента и составления практических	Тема 2. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование в системах ЦОС. Однородное и

		рекомендаций по использованию экспериментальных исследований; Уметь: представлять результаты экспериментов в виде отчетов, рефератов, публикаций; Владеть: методиками выбора средств измерения в зависимости от программы экспериментальных исследований.	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
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 .	Знать: основные методы измерения и анализа, таких как спектральный анализ, временные диаграммы, метод эквивалентного генератора, а также методов оценки надежности. Уметь: выбрать наиболее подходящую методику для конкретной задачи исследования. Владеть: способами анализа полученных результатов.	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.

	ПК-2.2. Умеет проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем.	Знать: основы радиотехники, методы исследования, особенности работы радиотехнических устройств и систем. Уметь: корректно и полно оформить результаты исследований в виде отчета, презентации или другого документа, включая описание методики, полученные данные и выводы. Владеть: современным измерительным и испытательным оборудованием, включая аналоговые и цифровые измерители, осциллографы, генераторы сигналов, анализаторы спектра	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.

2.1.2. Этапы формирования компетенций

Сформированность компетенций по дисциплине “Цифровая обработка сигналов” определяется на следующих этапах:

1. **Этап текущих аттестаций** *(Для проведения текущих аттестаций могут быть использованы оценочные средства, указанные в разделе 2*)

2. **Этап промежуточных аттестаций** (*Для проведения промежуточной аттестации могут быть использованы другие оценочные средства*)

Таблица 2

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	**Этапы формирования компетенции**					
		Этап текущих аттестаций					**Этап промежуточной аттестации**
		1-5 неделя	**6-10 неделя**	**11-15 неделя**	**1-17 неделя**		**18-20 неделя**
		Текущая аттестация №1	Текущая аттестация №2	Текущая аттестация №3	СРС	КР/КП	Промежуточная аттестация
1		**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
ПК-1	ПК-1.1. Умеет строить физические и математические модели узлов, блоков радиотехнических устройств и систем.	Контрольная работа	Контрольная работа	Контрольная работа	Устный опрос	-	Устный опрос
	ПК-1.2. Владеет навыками компьютерного моделирования.	Контрольная работа	Контрольная работа	Контрольная работа	Устный опрос	-	Устный опрос
ПК-2	ПК-2.1. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков радиотехнических устройств и систем .	Контрольная работа	Контрольная работа	Контрольная работа	Устный опрос		Устный опрос
	ПК-2.2.	Контрольная	Контрольная	Контрольная	Устный		Устный опрос

	Умеет проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем.	работа	работа	работа	опрос		

СРС – самостоятельная работа студентов;
КР – курсовая работа;
КП – курсовой проект.

2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования

Результатом освоения дисциплины “Цифровая обработка сигналов” является установление одного из уровней сформированности компетенций: высокий, повышенный, базовый, низкий.

Таблица 3

Уровень	Общепрофессиональные/ профессиональные компетенции
Высокий (оценка «отлично», «зачтено»)	Обучающимся усвоена взаимосвязь основных понятий дисциплины, в том числе для решения профессиональных задач. Ответы на вопросы оценочных средств самостоятельны, исчерпывающие, содержание вопроса/задания оценочного средства раскрыто полно, профессионально, грамотно. Даны ответы на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень освоения компетенции
Повышенный (оценка «хорошо», «зачтено»)	Сформированы в целом системные знания и представления по дисциплине. Ответы на вопросы оценочных средств полные, грамотные. Продемонстрирован повышенный уровень владения практическими умениями и навыками. Допустимы единичные негрубые ошибки по ходу ответа, в применении умений и навыков
Базовый (оценка «удовлетворительно», «зачтено»)	Обучающийся владеет знаниями основного материал на базовом уровне. Ответы на вопросы оценочных средств неполные, допущены существенные ошибки. Продемонстрирован базовый уровень владения практическими умениями и навыками, соответствующий минимально необходимому уровню

Уровень	Общепрофессиональные/ профессиональные компетенции
	для решения профессиональных задач
Низкий (оценка «неудовлетворительно», «не зачтено»)	Демонстрирует полное отсутствие теоретических знаний материала дисциплины, отсутствие практических умений и навыков

Показатели уровней сформированности компетенций могут быть изменены, дополнены и адаптированы к конкретной рабочей программе дисциплины.

2.2.2. Описание шкал оценивания

В ФГБОУ ВО «ДГТУ» внедрена модульно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. В соответствии с этой системой применяются пятибальная, двадцатибальная и стобальная шкалы знаний, умений, навыков.

Шкалы оценивания			**Критерии оценивания**
пятибальная	двадцатибальная	стобальная	
«Отлично» - 5 баллов	«Отлично» - 18-20 баллов	«Отлично» - 85 – 100 баллов	Показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е.: – продемонстрирует глубокое и прочное усвоение материала; – исчерпывающе, четко, последовательно, грамотно и логически стройно излагает теоретический материал; – правильно формирует определения; – демонстрирует умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой; – умеет делать выводы по излагаемому материалу.
«Хорошо» - 4 баллов	«Хорошо» - 15 - 17 баллов	«Хорошо» - 70 - 84 баллов	Показывает достаточный уровень сформированности компетенций, т.е.: – демонстрирует достаточно полное знание материала, основных теоретических положений; – достаточно последовательно, грамотно логически стройно излагает материал; – демонстрирует умения ориентироваться в нормальной литературе; – умеет делать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
«Удовлетворительно» - 3 баллов	«Удовлетворительно» - 12 - 14 баллов	«Удовлетворительно» - 56 – 69 баллов	Показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е.: – демонстрирует общее знание изучаемого материала; – испытывает серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы; – знает основную рекомендуемую литературу; – умеет строить ответ в соответствии со структурой излагаемого материала.
«Неудовлетворительно» - 2 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-11 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-55 баллов	Ставится в случае: – незнания значительной части программного материала; – не владения понятийным аппаратом дисциплины; – допущения существенных ошибок при изложении учебного материала; – неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; – неумение делать выводы по излагаемому материалу.

3. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП

3.1. Задания и вопросы для входного контроля

1. Основные типы цифровых устройств. Описание и области применения.
2. Базовые логические элементы. Таблицы истинности. Диаграммы работы.
3. Асинхронные RS-триггеры. Схема. Таблица истинности. Диаграммы работы.
4. Последовательные и параллельные регистры. Схемы. Диаграммы работы.
5. Полный двоичный сумматор. Схема. Таблица истинности.
6. Шифратры и дешифраторы. Схемы. Принцип работы.
7. Суммирующий счетчик. Схема. Диаграммы работы.
8. Вычитающий счетчик. Схема. Диаграммы работы.
9. Универсальный регистр. Схема. Принцип работы.
10. Прямая адресация.
11. Регистровая адресация.
12. Косвенная и косвенно-регистровая адресация.
13. Автоинкрементная и автодекрементная адресация.
14. Базовая адресация.
15. Последовательный обмен. Принципы обмена.
16. Синхронный последовательный обмен.
17. Контроллеры последовательного ввода/вывода.
18. Микроконтроллер как ведомое устройство.
19. МК-сеть.
20. Протокол SPI.
21. Протокол I^2C.
22. Протокол CAN.

Критерии оценки результатов входной контрольной работы:

- оценка «отлично»: продемонстрировано грамотное последовательное решение задач (заданий) при правильно выбранном алгоритме. Даны верные ответы на все вопросы и условия задач (заданий). При необходимости сделаны пояснения и выводы (содержательные, достаточно полные, правильные, учитывающие специфику проблемной ситуации в задаче или с незначительными ошибками);
- оценка «хорошо»: грамотное последовательное решение задач (заданий) при правильно выбранном алгоритме. Однако, ответы на вопросы и условия задач (заданий) содержат незначительные ошибки. Пояснения и выводы отсутствуют или даны неверно;
- оценка «удовлетворительно»: обучающийся ориентируется в материале, но применяет его неверно, выбирает неправильный алгоритм решения задач (неверные исходные данные, неверная последовательность решения и др. ошибки), допускает вычислительные ошибки. Пояснения и выводы отсутствуют или даны неверно;
- оценка «неудовлетворительно»: обучающийся слабо ориентируется в материале, выбирает неправильный алгоритм решения, допускает значительное количество вычислительных ошибок. Пояснения и выводы отсутствуют.

3.2. Оценочные средства и критерии сформированности компетенций

3.2.1. Устный опрос по теме/разделу

«**Тема 2.** 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.»

• Содержит 2 вопроса.
• Форма опроса – фронтальный/индивидуальный/комбинированный.

Задания к устному опросу

1. Теорема Котельникова. Области применения систем ЦОС. Понятие реального времени в системах ЦОС..
2. Линейные системы. Способы описания, характеристики. Вычислительные устройства для реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов.

Критерии оценки уровня сформированности компетенций для устного опроса:

- оценка «отлично»: обучающимся дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по дисциплине демонстрируются на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Обучающийся владеет терминологией, способен приводить примеры, высказывает свою точку зрения с опорой на знания и опыт;
- оценка «хорошо»: обучающимся дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделять существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ логичен, выстроен, но совершены единичные ошибки. Не в полной мере владеет знаниями по всей дисциплине. Даны ответы на дополнительные, поясняющие вопросы;
- оценка «удовлетворительно»: ответ на вопрос не полный, с ошибками. Обучающийся путается в деталях, с затруднением пользуется профессиональной терминологией. Есть замечания к построению ответа, к логике и последовательности изложения. Не отвечает на дополнительные вопросы;
- оценка «неудовлетворительно»: ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствует фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины, речь неграмотная, не используется профессиональная терминология. Ответы на дополнительные вопросы не даны или неверные.

3.2.2. Контрольная работа по теме/разделу «**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.

Комплект заданий для контрольной работы

• Время выполнения 45 мин.
• Количество вариантов контрольной работы - 2.
• Количество заданий в каждом варианте контрольной работы - 2.
• Форма работы – самостоятельная, индивидуальная.

Вариант 1

Задание 1. Цифровые фильтры (ЦФ). Определение; классификация; основные этапы проектирования; задание требований к АЧХ и АЧХ (дБ).

Задание 2. Синтез КИХ-фильтров. Методы синтеза.

Вариант 2

Задание 1. Спектральная плотность дискретного сигнала и ее свойства. Связь между спектральными плотностями дискретного и аналогового сигналов.
Задание 2. ДПФ периодических последовательностей и последовательностей конечной длины. Свойства ДПФ. Понятие о спектральном анализе сигналов с помощью ДПФ

Критерии оценки уровня сформированности компетенций при проведении контрольной работы:

- оценка «отлично»: продемонстрировано грамотное последовательное решение задач (заданий) при правильно выбранном алгоритме. Даны верные ответы на все вопросы и условия задач (заданий). При необходимости сделаны пояснения и выводы (содержательные, достаточно полные, правильные, учитывающие специфику проблемной ситуации в задаче или с незначительными ошибками);
- оценка «хорошо»: грамотное последовательное решение задач (заданий) при правильно выбранном алгоритме. Однако, ответы на вопросы и условия задач (заданий) содержат незначительные ошибки. Пояснения и выводы отсутствуют или даны неверно;
- оценка «удовлетворительно»: обучающийся ориентируется в материале, но применяет его неверно, выбирает неправильный алгоритм решения задач (неверные исходные данные, неверная последовательность решения и др. ошибки), допускает вычислительные ошибки. Пояснения и выводы отсутствуют или даны неверно;
- оценка «неудовлетворительно»: обучающийся слабо ориентируется в материале, выбирает неправильный алгоритм решения, допускает значительное количество вычислительных ошибок. Пояснения и выводы отсутствуют.

Задания для текущих аттестаций

Текущие аттестации проводятся в виде контрольных работ, состоящих из двух частей: устного опроса (коллоквиума) для теоретических вопросов и непосредственно письменной работы (контрольной работы) для практических заданий. Допускается вариант объединения обеих частей и проведение одной письменной контрольной работы с теоретическими вопросами и практическими заданиями (задачами). В последнем случае критерии оценки уровня сформированности компетенций при проведении коллоквиума и контрольной работы рассматриваются вместе.

3.2.3. Контрольные вопросы для первой аттестации

1. Общие сведения о цифровой обработке сигналов. Основные типы сигналов. Обобщенная схема ЦОС.
2. Определение и классификация цифровых фильтров.
3. Разностное уравнение линейной дискретной системы.
4. Рекурсивный и нерекурсивный цифровые фильтры. Дискретная временная свертка, фильтры с бесконечной и конечной импульсными характеристиками.
5. Определение передаточной функции и частотной характеристики цифровых фильтров.
6. Формы структурной реализации цифровых фильтров, их математические описания и реализуемые алгоритмы обработки.
7. Прямая, каноническая, каскадная и параллельная формы реализации рекурсивных цифровых фильтров.
8. Передаточная функция рекурсивного фильтра.

3.2.4. Контрольные вопросы для второй аттестации

1. Линейные дискретные системы. Определение и свойства.
2. Способы описания линейных дискретных систем.
3. Математическое описание ЛДС (линейные дискретные системы) во временной области. Импульсная характеристика (ИХ). Соотношения вход/выход: формула свертки, разностное уравнение.
4. Рекурсивные и нерекурсивные ЛДС. Системы с конечной и бесконечной импульсной характеристикой (КИХ- и БИХ-системы).
5. Z-преобразование: определение; свойства; соотношение между комплексными p- и z-плоскостями; основные способы вычисления обратного Z-преобразования.
6. Математическое описание ЛДС в z-области: передаточная функция (ПФ) рекурсивных и нерекурсивных ЛДС; соотношения вход/выход в z-области; связь ПФ с разностным уравнением.
7. Карта нулей и полюсов. Разновидности передаточной функции рекурсивных ЛДС. ПФ и ИХ рекурсивных звеньев 1-го и 2-го порядков.
8. Структура (структурная схема) ЛДС: определение; связь с видом ПФ. Структуры рекурсивных ЛДС (прямая и ее модификации, каскадная, параллельная).
9. Математическое описание ЛДС в частотной области: частотная характеристика (ЧХ); АЧХ, ФЧХ – определение, свойства.

3.2.5. Контрольные вопросы для третьей аттестации

1. Цифровые фильтры (ЦФ). Определение; классификация; основные этапы проектирования; задание требований к АЧХ и АЧХ (дБ).
2. Синтез КИХ-фильтров. Методы синтеза.
3. Синтез БИХ-фильтров. Методы синтеза.
4. Эффекты квантования в ЦФ. Шум квантования АЦП. Собственный шум цифровой системы. Ошибки квантования коэффициентов ПФ.
5. Описание дискретных сигналов в частотной области.
6. Спектральная плотность дискретного сигнала и ее свойства. Связь между спектральными плотностями дискретного и аналогового сигналов.
7. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ).
8. ДПФ периодических последовательностей и последовательностей конечной длины. Свойства ДПФ. Понятие о спектральном анализе сигналов с помощью ДПФ.
9. Быстрое преобразование Фурье (БПФ).

3.3. Задания для промежуточной аттестации (зачета)

3.3.1 Контрольные вопросы и задания для проведения зачета

1. Общие сведения о цифровой обработке сигналов. Основные типы сигналов. Обобщенная схема ЦОС.
2. Определение и классификация цифровых фильтров.
3. Разностное уравнение линейной дискретной системы.
4. Рекурсивный и нерекурсивный цифровые фильтры. Дискретная временная свертка, фильтры с бесконечной и конечной импульсными характеристиками.
5. Определение передаточной функции и частотной характеристики цифровых фильтров.
6. Формы структурной реализации цифровых фильтров, их математические описания и реализуемые алгоритмы обработки.
7. Прямая, каноническая, каскадная и параллельная формы реализации рекурсивных цифровых фильтров.
8. Передаточная функция рекурсивного фильтра.
9. Линейные дискретные системы. Определение и свойства.
10. Способы описания линейных дискретных систем.
11. Математическое описание ЛДС во временной области. Импульсная характеристика (ИХ). Соотношения вход/выход: формула свертки, разностное уравнение.
12. Рекурсивные и нерекурсивные ЛДС. Системы с конечной и бесконечной импульсной характеристикой (КИХ- и БИХ-системы).
13. Z-преобразование: определение; свойства; соотношение между комплексными p- и z-плоскостями; основные способы вычисления обратного Z-преобразования.
14. Математическое описание ЛДС в z-области: передаточная функция (ПФ) рекурсивных и нерекурсивных ЛДС; соотношения вход/выход в z-области; связь ПФ с разностным уравнением.
15. Карта нулей и полюсов. Разновидности передаточной функции рекурсивных ЛДС. ПФ и ИХ рекурсивных звеньев 1-го и 2-го порядков.
16. Структура (структурная схема) ЛДС: определение; связь с видом ПФ. Структуры рекурсивных ЛДС (прямая и ее модификации, каскадная, параллельная).
17. Математическое описание ЛДС в частотной области: частотная характеристика (ЧХ); АЧХ, ФЧХ – определение, свойства.
18. Цифровые фильтры (ЦФ). Определение; классификация; основные этапы проектирования; задание требований к АЧХ и АЧХ (дБ).
19. Синтез КИХ-фильтров. Методы синтеза.
20. Синтез БИХ-фильтров. Методы синтеза.
21. Эффекты квантования в ЦФ. Шум квантования АЦП. Собственный шум цифровой системы. Ошибки квантования коэффициентов ПФ.
22. Описание дискретных сигналов в частотной области.
23. Спектральная плотность дискретного сигнала и ее свойства. Связь между спектральными плотностями дискретного и аналогового сигналов.
24. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ).
25. ДПФ периодических последовательностей и последовательностей конечной длины. Свойства ДПФ. Понятие о спектральном анализе сигналов с помощью ДПФ.
26. Быстрое преобразование Фурье (БПФ).
27. Направления применения цифровой обработки сигналов.
28. Обзор областей применения ЦОС. Применение ЦОС в телекоммуникациях.
29. Процессоры для цифровой обработки сигналов.
30. Процесс преобразования аналогового сигнала в цифровой. Дискретизация и квантование.

Компетенции, полученные в результате освоения материала 5-го семестра: ПК-1, ПК-2.

3.4. Задания для проверки остаточных знаний

3.4.1. Теоретические вопросы для проверки остаточных знаний

1. Обратное Z-преобразования и способы его вычисления.
2. Синтез цифровых фильтров методом билинейного преобразования.
3. Синтез цифровых фильтров методом инвариантности импульсной характеристики.
4. Синтез цифровых фильтров по квадрату АЧХ.
5. Синтез КИХ-фильтров методом окон.
6. Синтез КИХ-фильтров методом чебышёвской аппроксимации АЧХ и его реализация в Matlab.
7. Методы анализа характеристик цифровых фильтров. Средства анализа фильтров и сигналов системы Matlab.
8. Структурные схемы (формы реализации) линейных КИХ и БИХ-фильтров.
9. Дискретное преобразование Фурье и его свойства.
10. Алгоритм БПФ с прореживанием по времени.
11. Алгоритм БПФ с прореживанием по частоте.
12. Оконные функции предварительной весовой обработки.
13. Непараметрические методы частотного анализа случайных процессов.