

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Степанов Павел Иванович
Должность: Руководитель НТИ НИЯУ МИФИ
Дата подписания: 10.05.2026 14:45:47
Уникальный программный ключ:
8c65c591e26b2d8e460927740c1792622aa3b275

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"

НОВОУРАЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДЕНА
Ученым советом НТИ НИЯУ МИФИ
Протокол № 3 от 24.04.2023 г.

**Рабочая программа
учебной дисциплины
"Системы цифровой обработки сигналов"**

Направление подготовки (специальность)	09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
Профиль подготовки (специализация)	Автоматизированные системы обработки информации и управления
Квалификация (степень) выпускника	Бакалавр
Форма обучения	очная

	Очная форма обучения
Семестр	7
Трудоемкость, ЗЕТ	5 ЗЕТ
Трудоемкость, ч.	180 ч.
Аудиторные занятия, в т.ч.:	54 ч.
- лекции	18 ч.
- практические занятия	36 ч.
- лабораторные занятия	0 ч.
Самостоятельная работа	99 ч.
Контроль	27 ч.
Занятия в интерактивной форме	20 ч
Форма итогового контроля	экзамен

Индекс дисциплины в Рабочем учебном плане (РУП) – Б1.В.01.ДВ.04.02

Учебную программу составил ст. преподаватель кафедры автоматизации управления
Степанов Павел Иванович

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели освоения учебной дисциплины	4
2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине и их соотношение с планируемыми результатами освоения образовательной программы	5
4. Структура и содержание учебной дисциплины	7
5. Информационно-образовательные технологии	10
6. Средства для контроля и оценки	11
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины.....	13
8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины.....	14

Рабочая программа составлена в соответствии с Образовательным стандартом высшего образования Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» (квалификация (степень) «академический бакалавр») и рабочим учебным планом (РУП) по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» (профиль – «Автоматизированные системы обработки информации и управления»).

1. Цели освоения учебной дисциплины

Дисциплина "Системы цифровой обработки сигналов" относится к циклу общепрофессиональных. Целями курса являются:

- формирование четких представлений о фундаментальных положениях теории цифровой обработки сигналов;
- обучение основам аналитических и численных методов расчета и анализа цифровых преобразователей измерительных сигналов;
- развитие навыков проектирования цифровых измерительных преобразователей, обработки экспериментальных результатов и их анализа.

Задача изложения и изучения дисциплины – создание оптимальных условий обучения дисциплине с учетом уровня подготовки студентов в области математики, физики и электроники.

2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

В соответствии с кредитно-модульной системой подготовки бакалавров по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» данная учебная дисциплина входит в часть «Дисциплины по выбору» основного раздела общепрофессионального модуля.

Дисциплина «Системы цифровой обработки сигналов» входит в число дисциплин окончательного формирования общекультурных и профессиональных компетенций выпускника и служит опорой для подготовки к его итоговой государственной аттестации.

Данная учебная дисциплина входит в часть «Дисциплины по выбору» профессионального цикла дисциплин Б1 и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина знакомит с основными принципами проектирования систем цифровой обработки сигналов. Предшествующий уровень образования обучаемого – среднее (полное) общее образование.

3. Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине и их соотношение с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Данный раздел устанавливает сквозное соотношение между планируемым результатом (ПР) в данной учебной дисциплине (УД) и образовательной программе (ОП).

3.1. Планируемые результаты освоения образовательной программы, относящиеся к учебной дисциплине

В результате освоения содержания дисциплины «Системы цифровой обработки сигналов» студент должен обладать следующими компетенциями (Таблица 1).

Таблица 1 - Компетенции, реализуемые при изучении дисциплины

Код компетенции	Компетенции
Общепрофессиональные компетенции	
ПК-3	Способен разрабатывать модели и компоненты аппаратно-программных комплексов и баз данных, используя современные инструментальные средства и технологии

3.2. Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

В результате освоения дисциплины «Системы цифровой обработки сигналов» студент должен:

Знать:

З1 - основные методы математического описания сигналов и цифровых измерительных преобразований;

З2 - важнейшие свойства и характеристики цифровых измерительных преобразователей;

Уметь:

У1 - ставить и решать задачи, возникающие в процессе аппаратной реализации систем цифровой обработки сигналов;

Владеть:

В1 - навыками расчета цифровых измерительных преобразователей.

3.3 Воспитательный потенциал дисциплины

Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплины
В17 Формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия	1. Использование воспитательного потенциал дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты
В18 Формирование ответственности за	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у

профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения	студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
B20 Формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства B21 Формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения B22 Формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.

4. Структура и содержание учебной дисциплины

Объем дисциплины составляет при очной форме обучения (ОФО) 5 ЗЕТ, 180 ч.;

4.1. Структура учебной дисциплины.

Семестр – 7

№ п/п	Название темы/раздела учебной дисциплины	Виды учебных занятий, и их трудоемкость (в часах)					Ссылка на ПР УД	Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовые работы/проекты	Самостоятельная работа		
1	2	4	5	6	7	8	9	10
1.	<i>Основные понятия цифровой обработки сигналов</i>	6	12	-	-	33	31	Пр1
2.	<i>Цифровые фильтры</i>	6	12	-	-	33	32, В1	Пр2, Рк
3.	<i>Особенности реализации систем цифровой обработки сигналов</i>	6	12	-	-	33	У1	Пр3
Итого:		18	36	-	-	99		
4.	Зачет							ОВ

Примечания:

ОВ – Ответ на вопрос; Пр – Практическая работа; Рк – рубежный контроль

4.2. Содержание учебной дисциплины.

Лекции

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудоемкость, час.
1.	<i>Основные понятия цифровой обработки сигналов</i>	Лекция 1. Виды сигналов, линейные дискретные стационарные системы. Частотные характеристики, разностные уравнения. Дискретизация и восстановление сигналов. Лекция 2. Определение Z преобразования, область сходимости, свойства. Методы нахождения обратного Z преобразования Лекция 3. Дискретное преобразование Фурье, свойства Алгоритмы быстрого преобразования Фурье.	6
2.	<i>Цифровые фильтры</i>	Лекция 4. КИХ-фильтры. Определение, свойства. Лекция 5. Синтез КИХ-фильтра методом взвешивания. Синтез КИХ-фильтра методом частотных выборок. Лекция 6. БИХ-фильтры. Свойства, методы синтеза.	6
3.	<i>Особенности реализации систем цифровой обработки сигналов</i>	Лекция 7. Структурные схемы цифровых фильтров. Виды, достоинства и недостатки. Лекция 8. Эффекты квантования в цифровых фильтрах. Квантование по уровню, шумы квантования. Лекция 9. Предельные циклы, квантование коэффициентов передаточной функции.	6

Практические занятия

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудоемкость, час.
1.	<i>Основные понятия цифровой обработки сигналов</i>	Практическая работа 1. Исследование дискретной системы. Определение характеристик системы и реакции на входное воздействие.	12
2.	<i>Цифровые фильтры</i>	Практическая работа 2. Синтез и исследование КИХ-фильтров.	12
3.	<i>Особенности реализации систем цифровой обработки сигналов</i>	Практическая работа 3. Синтез и исследование БИХ-фильтров.	12

Самостоятельная работа обучающихся

Самостоятельная работа студента по учебной дисциплине регламентируется «Положением об организации самостоятельной работы студентов в НТИ НИЯУ МИФИ».

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы и ее содержание ¹	Трудоемкость, час.
1.	<i>Основные понятия цифровой обработки сигналов</i>	Изучение текущего материала по теме лекции. Подготовка к выполнению практической работы 1.	33
2.	<i>Цифровые фильтры</i>	Изучение текущего материала по теме лекции. Подготовка к выполнению практической работы 2. Подготовка к промежуточному контролю (Рк).	33
3.	<i>Особенности реализации систем цифровой обработки сигналов</i>	Изучение текущего материала по теме лекции. Подготовка к выполнению практической работы 3.	33

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы студентов приведен в Приложении 1.

¹ В соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы студентов в НТИ НИЯУ МИФИ»

5. Информационно-образовательные технологии

Рекомендации для преподавателя по использованию информационно-образовательных технологий содержатся в «Положении об организационных формах и технологиях образовательного процесса в НТИ НИЯУ МИФИ».

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Форма занятия ²	Используемые технологии, включая перечень программного обеспечения и информационные справочные системы (при наличии)	Трудоемкость, час.
1.	<i>Основные понятия цифровой обработки сигналов</i>	Лекции, Практические работы	Компьютерный класс, банк лекций-презентаций.	7
2.	<i>Цифровые фильтры</i>	Лекции, Практические работы	Компьютерный класс, банк лекций-презентаций.	7
3.	<i>Особенности реализации систем цифровой обработки сигналов</i>	Лекции, Практические работы	Компьютерный класс, банк лекций-презентаций.	6

² В соответствии с «Положением об организационных формах и технологиях образовательного процесса в НТИ НИЯУ МИФИ»

6. Средства для контроля и оценки

В данном разделе приводятся средства для контроля уровня текущей успеваемости и достижения ПР УД.

Для оценки достижений студента используется балльно-рейтинговая система (Приложение 2).

Для целей промежуточной аттестации используется фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине (Приложение 3).

В конце освоения дисциплины студент сдает экзамен. Студенту предлагается ответить в устной форме на один вопрос из приведенного ниже списка и решить одну задачу.

Вопросы к экзамену

- 1 Основные понятия: сигналы, дискретизация, квантование. Основные последовательности.
- 2 Линейные дискретные инвариантные к сдвигу системы. Свойства.
- 3 Расчет реакции линейной дискретной инвариантной к сдвигу системы на входное воздействие путем свертки.
- 4 Устойчивость и физическая реализуемость линейной дискретной инвариантной к сдвигу системы.
- 5 Разностные уравнения и их решение.
- 6 Частотные характеристики линейных дискретных инвариантных к сдвигу систем.
- 7 Дискретизация непрерывных сигналов.
- 8 Восстановление непрерывных сигналов по их дискретным отсчетам.
- 9 Z-преобразование.
- 10 Обратное z-преобразование.
- 11 Свойства z-преобразования.
- 12 Передаточная функция линейной дискретной инвариантной к сдвигу системы.
- 13 Расчет реакции линейной дискретной инвариантной к сдвигу системы на произвольное воздействие путем z-преобразования.
- 14 Дискретное преобразование Фурье.
- 15 Свойства дискретного преобразования Фурье.
- 16 Круговая и линейная свертка.
- 17 Секционированная свертка.
- 18 Быстрое преобразование Фурье. Алгоритм с прореживанием по времени.
- 19 Быстрое преобразование Фурье. Алгоритм с прореживанием по частоте.
- 20 Фильтры с конечными импульсными характеристиками. Свойства.
- 21 Синтез цифровых КИХ-фильтров методом «окна».
- 22 Синтез цифровых КИХ-фильтров методом частотной выборки.
- 23 Фильтры с бесконечными импульсными характеристиками. Свойства.
- 24 Методы дискретизации непрерывных фильтров. Метод инвариантного преобразования и метод согласованного z-преобразования.
- 25 Методы дискретизации непрерывных фильтров. Билинейное преобразование.
- 26 Методы дискретизации непрерывных фильтров. Метод отображения дифференциалов.
- 27 Структурные схемы цифровых фильтров.
- 28 Эффекты квантования в цифровых фильтрах.

Перечень задач, включенных в экзаменационные вопросы

1 Рассчитать с помощью z-преобразования реакцию на единичную последовательность системы, описываемой разностным уравнением

$$y(n) = 1.1y(n-1) - 0.24y(n-2) + x(n) - 0.5x(n-1)$$

2 Найти обратное z-преобразование

$$\frac{z^2 - 0.5z}{z^2 + 0.3z - 0.1}$$

3 Найти z-преобразование сигнала

$$x(n) = u(n) \cdot \cos(5 \cdot n)$$

4 Определить устойчивость системы, описываемой разностным уравнением, и реакцию на единичную последовательность

$$y(n) = -0.3y(n-1) + 0.1y(n-2) - x(n)$$

5 Рассчитать реакцию на единичную последовательность системы, описываемой передаточной функцией

$$\frac{0.25z^{-1} + 1}{z^{-2} + 1.1z^{-1} + 0.24}$$

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

7.1 Основная литература

1 Умняшкин С.В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие — М.: Техносфера, 2012.— 368 с.— Режим доступа: ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru>

2 Вадутов О.С. Математические основы обработки сигналов. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие — Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 102 с.— Режим доступа: ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru>

3 Лузин В.И. Основы формирования, передачи и приема цифровой информации [Электронный ресурс]: учебное пособие — М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2014.— 320 с.— Режим доступа: ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru>

4 Решетов В.Н. ТОС: методы и средства ЦОС. [учеб. пособие для вузов]. Электронный ресурс. — Москва : МИФИ. 2008. — точка доступа – ЭБС НИЯУ МИФИ – mehpi.ru

7.2 Дополнительная литература

1 А. Оппенгейм. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] — М.: Техносфера, 2012.— 1048 с.— Режим доступа: ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru>

2 А. Оппенгейм. Цифровая обработка сигналов : [учеб. пособие] / А. Оппенгейм [и др.] ; пер. с англ. С. А. Кулешова, под ред. А. С. Ненашева. — М. : Техносфера, 2006. - 856 с.

3 Древис Ю.Г. Технические средства сбора информации в измерительно-вычислительных комплексах : [учебное пособие]. Электронный ресурс. — Москва : НИЯУ МИФИ., 2013. — точка доступа – ЭБС НИЯУ МИФИ – mehpi.ru

4 Солонина А. И. Основы цифровой обработки сигналов. Курс лекций : [учебное пособие]. / А. И. Солонина и др. — СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 768 с

7.3 Информационное обеспечение (включая перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»)

1 <http://nsti.ru>

2 Научная библиотека e-library

3 ЭБС «Лань»

4 ЭБС «IPRbooks»

8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами. Её содержание представлено в локальной сети учебного заведения и находится в режиме свободного доступа для студентов. Доступ студентов для самостоятельной подготовки осуществляется через компьютеры библиотеки и компьютерных классов НТИ НИЯУ МИФИ.

Лекционные занятия:

1. комплект электронных презентаций/слайдов,
2. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Практические занятия:

1. компьютерный класс,
2. презентационная техника (проектор, экран, ноутбук)
3. специализированное ПО: MathCAD

Приложение 1. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы студентов.

- стандарт организации СТО НТИ-2-2014. Требования к оформлению текстовой документации;
- стандарт организации СТО НТИ-1-2014. Курсовое проектирование. Общие требования к организации проектирования, содержанию и оформлению курсовых проектов и работ;
- методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся НТИ НИЯУ МИФИ.

Приложение 2. Балльно-рейтинговая система оценки.

В течение семестра каждый студент в индивидуальном порядке может набрать максимальное количество баллов, равное 50. При наличии конспекта и сдаче экзамена студент может набрать еще 50 баллов.

№ п/п	Наименование раздела	Рубежный контроль	Максимальный балл
1	Основные понятия цифровой обработки сигналов	Пр1	10
2	Цифровые фильтры	Пр2, Рк	10 20
3	Особенности реализации систем цифровой обработки сигналов	Пр3	10
4	Наличие конспекта		10
5	Экзамен		40
ИТОГО			100

Оценка за дисциплину выставляется по фактическому количеству баллов, полученных студентом.

Полученные баллы переводятся в 5-балльную систему по следующей шкале.

Оценка по 5 балльной шкале	Зачет	Сумма баллов по дисциплине	Оценка (ECTS)	Градация
5 (отлично)	Зачтено	90-100	A	Отлично
4 (хорошо)		85-89	B	Очень хорошо
		75-84	C	Хорошо
		70-74	D	Удовлетворительно
3 (удовлетворительно)		65-69		
		60-64	E	Посредственно
2 (неудовлетворительно)	Не зачтено	Ниже 60	F	Неудовлетворительно

Приложение 3. Фонд оценочных средств.

Паспорт фонда оценочных средств

по дисциплине "СИСТЕМЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ" (наименование дисциплины)

Фонд оценочных средств (ФОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений студентов, освоивших программу учебной дисциплины «Системы цифровой обработки сигналов».

ФОС включает контрольные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме экзамена, методические материалы, характеризующие показатели и критерии оценивания результатов обучения.

ФОС разработан на основе положений:

- основной образовательной программы по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»;
- рабочей программы учебной дисциплины «Системы цифровой обработки сигналов».

1 Модели контролируемых компетенций

1.1 Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

В соответствии с образовательной программой подготовки бакалавров по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» в результате изучения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими результатами освоения ООП:

Код компетенции	Результаты освоения ООП – содержание компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-3	Способен разрабатывать модели и компоненты аппаратно-программных комплексов и баз данных, используя современные инструментальные средства и технологии	Знать: 31 - основные методы математического описания сигналов и цифровых измерительных преобразований; 32 - важнейшие свойства и характеристики цифровых измерительных преобразователей; Уметь: У1 - ставить и решать задачи, возникающие в процессе аппаратной реализации систем цифровой обработки сигналов; Владеть: В1 - навыками расчета цифровых измерительных преобразователей.

2 Программа оценивания контролируемых компетенций

2.1 Оценочные средства результатов обучения

№ п.п.	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Результаты освоения ООП		Виды аттестации		Наименование оценочного средства
		Код контролируемой компетенции	Результаты обучения	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	
1	Основные понятия цифровой обработки сигналов	ОПК-5	31	Пр1	Вопросы к экзамену	Вопросы для подготовки к экзамену. Защита практической работы 1.
2	Цифровые фильтры	ОПК-5	32, В1	Пр2, Рк	Вопросы к экзамену	Вопросы для подготовки к экзамену. Защита практической работы 2. Контрольное задание.
3	Особенности реализации систем цифровой обработки сигналов	ОПК-5	У1	Пр3	Вопросы к экзамену	Вопросы для подготовки к экзамену. Защита практической работы 3.

2.2 Характеристика оценочных средств

Для оценки достижений студента используется рейтинговая система оценок.

Распределение баллов рейтинга по видам деятельности «Системы цифровой обработки сигналов»:

№ п/п	Наименование раздела	Аттестация	Максимальный балл
1	Основные понятия цифровой обработки сигналов	Пр1	10
2	Цифровые фильтры	Пр2, Рк	10 20
3	Особенности реализации систем цифровой обработки сигналов	Пр3	10
4	Наличие конспекта		10
5	Экзамен		40
ИТОГО			100

Оценка за дисциплину выставляется по фактическому количеству баллов, полученных студентом.

Полученные баллы переводятся в 5-балльную систему по следующей шкале.

Оценка по 5 балльной шкале	Зачет	Сумма баллов по дисциплине	Оценка (ECTS)	Градация
5 (отлично)	Зачтено	90-100	A	Отлично
4 (хорошо)		85-89	B	Очень хорошо
		75-84	C	Хорошо
		70-74	D	Удовлетворительно
3 (удовлетворительно)		65-69	E	Посредственно
	60-64			
2 (неудовлетворительно)	Не зачтено	Ниже 60	F	Неудовлетворительно

Для оценки результатов обучения в зависимости от оцениваемого средства используются следующие шкалы оценок:

Критерии оценок	Шкала оценок
1	2
Контрольное задание	
Полнота знаний теоретического контролируемого материала	При текущем контроле знаний студенту предлагается ответить письменно на 2 вопроса. Количество баллов определяется правильностью ответа на каждый вопрос. Контрольное задание 1 (Рк) – макс. 20 баллов 20 баллов ставится за полные ответы на вопросы. 10 баллов ставится в случае неполного ответа на вопросы или в случае неправильного ответа на один из вопросов. 0 баллов ставится, если выясняется, что он не знает основных понятий и определений курса.

Критерии оценок	Шкала оценок
1	2
Экзамен	
Полнота знаний теоретического контролируемого материала	При промежуточной аттестации количество баллов определяется качеством и полнотой ответа студента на предоставленный вопрос. Задание на экзамен – макс. <i>40 баллов</i> Задание на экзамен – ответ на один вопрос из приведенного списка и решение одной задачи. 40 баллов ставится за полный ответ на вопрос и правильно решенную задачу. 30 баллов ставится за достаточно полный ответ на вопрос с незначительными недочетами и правильно решенную задачу. 20 баллов ставится в случае полного ответа на вопрос и неправильно решенную задачу. 10 баллов ставится за неполный ответ на вопрос и неправильно решенную задачу. 0 баллов ставится, если в беседе со студентом выясняется, что он не знает основных понятий и определений курса. В индивидуальном порядке по теме лекций могут быть заданы на экзамене дополнительные вопросы (из перечня).

3 Материалы, необходимые для оценки результатов обучения

3.1 Перечень вопросов к экзамену

- 29 Основные понятия: сигналы, дискретизация, квантование. Основные последовательности.
- 30 Линейные дискретные инвариантные к сдвигу системы. Свойства.
- 31 Расчет реакции линейной дискретной инвариантной к сдвигу системы на входное воздействие путем свертки.
- 32 Устойчивость и физическая реализуемость линейной дискретной инвариантной к сдвигу системы.
- 33 Разностные уравнения и их решение.
- 34 Частотные характеристики линейных дискретных инвариантных к сдвигу систем.
- 35 Дискретизация непрерывных сигналов.
- 36 Восстановление непрерывных сигналов по их дискретным отсчетам.
- 37 Z-преобразование.
- 38 Обратное z-преобразование.
- 39 Свойства z-преобразования.
- 40 Передаточная функция линейной дискретной инвариантной к сдвигу системы.
- 41 Расчет реакции линейной дискретной инвариантной к сдвигу системы на произвольное воздействие путем z-преобразования.
- 42 Дискретное преобразование Фурье.
- 43 Свойства дискретного преобразования Фурье.
- 44 Круговая и линейная свертка.
- 45 Секционированная свертка.
- 46 Быстрое преобразование Фурье. Алгоритм с прореживанием по времени.
- 47 Быстрое преобразование Фурье. Алгоритм с прореживанием по частоте.
- 48 Фильтры с конечными импульсными характеристиками. Свойства.
- 49 Синтез цифровых КИХ-фильтров методом «окна».
- 50 Синтез цифровых КИХ-фильтров методом частотной выборки.
- 51 Фильтры с бесконечными импульсными характеристиками. Свойства.

52 Методы дискретизации непрерывных фильтров. Метод инвариантного преобразования и метод согласованного z-преобразования.

53 Методы дискретизации непрерывных фильтров. Билинейное преобразование.

54 Методы дискретизации непрерывных фильтров. Метод отображения дифференциалов.

55 Структурные схемы цифровых фильтров.

56 Эффекты квантования в цифровых фильтрах.

Перечень задач, включенных в экзаменационные вопросы

6 Рассчитать с помощью z-преобразования реакцию на единичную последовательность системы, описываемой разностным уравнением

$$y(n) = 1.1y(n-1) - 0.24y(n-2) + x(n) - 0.5x(n-1)$$

7 Найти обратное z-преобразование

$$\frac{z^2 - 0.5z}{z^2 + 0.3z - 0.1}$$

8 Найти z-преобразование сигнала

$$x(n) = u(n) \cdot \cos(5 \cdot n)$$

9 Определить устойчивость системы, описываемой разностным уравнением, и реакцию на единичную последовательность

$$y(n) = -0.3y(n-1) + 0.1y(n-2) - x(n)$$

10 Рассчитать реакцию на единичную последовательность системы, описываемой передаточной функцией

$$\frac{0.25z^{-1} + 1}{z^{-2} + 1.1z^{-1} + 0.24}$$

3.2 Контрольные задания

Контрольное задание 1 по дисциплине «Системы цифровой обработки сигналов»

1. Что представляет собой дискретный сигнал?

2. Дать определение «Линейная система».

3. Что такое импульсная характеристика системы?

4. Определить устойчивость системы $y(n) = y(n-1) - 0.5y(n-2) + x(n) - 0.25x(n-1)$

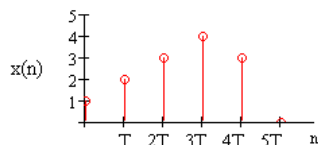
5. Чему равна импульсная характеристика системы, образованной последовательным соединением линейных стационарных систем?

6. Доказать, что $Z\{a^n x(n)\} = X\left(\frac{z}{a}\right)$

7. Вывести $Z\{\cos(\omega n) \cdot u(n)\}$, указать область сходимости при $\omega=2$.

8. Изобразить область сходимости двусторонней последовательности, имеющей

z-преобразование
$$X(z) = \frac{2 - z^{-1}}{3z^{-2} - 4z^{-1} + 1}$$



Чему равно $x(2.5T)$?

- 10 Пояснить, что такое «Система инвариантная к сдвигу»?
- 11 Необходимое и достаточное условие устойчивости линейной стационарной дискретной системы.
- 12 Определить устойчивость системы $y(n)=y(n-1)+0.5y(n-2)+x(n)+0.5x(n-1)$
- 13 Чему равна импульсная характеристика системы, образованной параллельным соединением линейных стационарных систем?
- 14 Доказать, что $Z\{x(n-k)\} = z^{-k} X(z)$
- 15 Вывести $Z\{\cosh(wn) \cdot u(n)\}$, указать область сходимости при $w=0.5$.
- 16 Изобразить область сходимости правосторонней последовательности, имеющей z -преобразование $X(z) = \frac{1}{z^2 - 6z^{-1} + 5}$
17. Почему не существует z -преобразования периодической последовательности?
18. Что представляет собой преобразование Фурье дискретного сигнала?
19. Длина последовательности x_1 N , x_2 – N . Чему равна длина линейной свертки x_1 и x_2 ?
- 20 Изобразить очередность отсчетов последовательностей на входе и выходе черного ящика, представляющего БПФ с прореживанием по времени, для 8-ми точечной последовательности.
- 21 Что можно сказать об устойчивости КИХ-фильтров?
- 22 Кратко идея синтеза КИХ-фильтра методом взвешивания.
- 23 Достоинства БИХ-фильтров по сравнению с КИХ-фильтрами
- 24 Достоинства канонических форм реализации фильтров.
- 25 К чему приводит квантование сигнала при реализации цифровых фильтров?
- 26 Изобразить структурную схему КИХ-фильтра с длиной импульсной характеристики $N=5$.
- 27 Что физически представляет собой ДПФ периодической последовательности?
- 28 Что представляет собой преобразование Фурье импульсной характеристики системы?

29 Длина последовательности x_1 N , x_2 – N . Чему равна длина круговой свертки x_1 и x_2 ?

30 Изобразить очередность отсчетов последовательностей на входе и выходе черного ящика, представляющего БПФ с прореживанием по частоте, для 8-ми точечной последовательности.

31 Как получить КИХ-фильтр с линейной ФЧХ?

32 Кратко идея синтеза КИХ-фильтра методом частотных выборок.

33 Кратко идея синтеза БИХ-фильтра по данным аналоговых фильтров.

34 Достоинства транспонированных форм реализации фильтров.

35 Как влияет разрядность АЦП и входные цепи масштабирования на отношение сигнал-шум?

36 Изобразить каскадную схему фильтра с передаточной функцией

$$H(z) = \frac{1}{4z^2 + 4z + 1}$$

37 Спектральная характеристика последовательности $x(n)$ длиной 10 равна $X(\omega) = |\sin(\omega)|$. Записать выражение ДПФ периодической последовательности, полученной повторением $x(n)$.

38 Что получим в результате обратного преобразования Фурье частотной характеристики системы?

39 Длина последовательности x_1 N_1 , x_2 – N_2 . Как получить линейную свертку x_1 и x_2 , используя круговую?

40 Какой из известных вам алгоритмов БПФ требует больше вычислительных ресурсов?

41 Каковы условия получения КИХ-фильтра с линейной ФЧХ?

42 Достоинства КИХ-фильтров по сравнению с БИХ-фильтрами?

43 Какие требования должны быть выполнены при дискретизации аналоговых систем?

44 Как следует преобразовать передаточную функцию системы для реализации последней по каскадной и параллельной структуре?

45 К чему приводит квантование коэффициентов при реализации цифровых систем?

46 Изобразить структурную схему фильтра с передаточной функцией

$$H(z) = \frac{2 - z^{-1}}{3z^{-2} - 4z^{-1} + 1}$$

4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Компетенции по дисциплине «Системы цифровой обработки сигналов» формируются последовательно в ходе проведения лекционных и практических занятий.

С целью определения уровня овладения компетенциями, закрепленными за дисциплиной, в заданные преподавателем сроки проводится текущий и промежуточный контроль знаний, умений и навыков каждого обучающегося. Все виды текущего контроля осуществляются на практических занятиях.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидность - объекты оценки соответствуют поставленным целям обучения;
- надежность - используются единообразные стандарты и критерии для оценивания достижений;
- справедливость - студенты имеют равные возможности добиться успеха;
- эффективность - соответствие результатов деятельности поставленным задачам.

Процедура оценивания компетенций обучающихся основана на принципах единства используемой технологии для всех обучающихся, выполнения условий сопоставимости результатов оценивания.

Краткая характеристика процедуры реализации текущего и промежуточного контроля для оценки компетенций обучающихся представлена в таблице.

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1 Контрольное задание	Система заданий, позволяющая в полной мере измерить уровень знаний и умений обучающегося.	Банк контрольных заданий

