

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 27.04.2023 11:53:25
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Математическое обеспечение
программно-информационных
систем»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ»

для подготовки бакалавров

по направлению

01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

по профилю

«Математическое обеспечение программно-информационных систем»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

д.т.н., профессор Середа А.И.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МОЭВМ
15.02.2022, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФКТИ, 24.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	МОЭВМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	39
Всего (академ. часов)	108
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ»

Дисциплина знакомит слушателей с базовыми методами и алгоритмами цифровой обработки сигналов с использованием компьютерного моделирования в пакете прикладных программ MATLAB. Рассматриваются дискретные сигналы и их преобразования, линейные дискретные системы и их характеристики, дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его практические приложения, синтез и анализ цифровых КИХ-и БИХ-фильтров, эффекты квантования в цифровых системах, спектральный анализ сигналов (непараметрические и параметрические методы), многоскоростная обработка сигналов, адаптивные фильтры и их применение в практических задачах, вейвлет-преобразование и его применение в обработке сигналов. Данный курс позволяет детально познакомиться с теоретическими основами базовых методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов, овладеть технологией компьютерного моделирования данных методов и алгоритмов в MATLAB, освоить основные приемы программирования в MATLAB, а также работу со встроенными программными пакетами (FDATool, FVTool, SPTool, WAVETool) для решения специализированных задач цифровой обработки сигналов.

SUBJECT SUMMARY

«DIGITAL SIGNAL PROCESSING»

The discipline familiarizes the listeners with basic methods and algorithms of digital signal processing using computer simulation in the MATLAB software package. The topics include discrete signals and their transforms, linear discrete systems and their characteristics, discrete Fourier transform (DFT) and its practical applications, design and analysis of FIR and IIR filters, quantization effects in digital systems, spectral analysis of signals (non-parametric and parametric techniques), multi-rate signal processing, adaptive filters and their application in practical tasks, wavelet

transform and its application in signal processing. The discipline allows us to get acquainted with the theoretic fundamentals of basic methods and algorithms of digital signal processing, to master the technology of computer simulation of these methods and algorithms in MATLAB. Furthermore, the discipline makes it possible to study embedded software packages (FDATool, FVTool, SPTool, WAVETool) for solving specialized tasks of digital signal processing.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины - детально познакомиться с теоретическими основами базовых методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов, овладеть технологией компьютерного моделирования данных методов и алгоритмов в MATLAB, а также приобрести практические навыки по применению полученных знаний для решения задач профессиональной деятельности.

2. Задачи дисциплины - освоить следующие разделы знаний:

- дискретные сигналы и их преобразования, линейные дискретные системы и их характеристики;

- дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его практические приложения;

- синтез и анализ цифровых КИХ- и БИХ-фильтров;

- эффекты квантования в цифровых системах;

- спектральный анализ сигналов (непараметрические и параметрические методы);

- многоскоростная обработка сигналов;

- адаптивные фильтры и их применение в практических задачах;

- вейвлет-преобразование и его применение в обработке сигналов.

3. Получение знаний о:

- базовых методах и алгоритмах цифровой обработки сигналов;

- специализированных, встроенных в систему MATLAB пакетах программ для решения прикладных задач цифровой обработки сигналов;

- встроенных библиотеках MATLAB, ориентированных на цифровую обработку сигналов (Signal Processing Toolbox, Statistics Toolbox, Wavelet Toolbox).

4. Формирование умения использовать технологии компьютерного моделирования алгоритмов и систем цифровой обработки сигналов с использованием

программных средств и средств GUI MATLAB.

5. Освоение практических навыков разработки алгоритмического и программного обеспечения систем цифровой обработки сигналов с использованием программных средств MATLAB.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Алгоритмы и структуры данных»
2. «Вычислительная математика»
3. «Дискретная математика и теоретическая информатика»
4. «Информационные технологии»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Производственная практика (научно-исследовательская работа)»
2. «Производственная практика (преддипломная практика)»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-0	Способен разрабатывать информационные модели и применять их для решения задач профессиональной деятельности
<i>ПК-0.3</i>	<i>Применяет информационные модели для решения задач профессиональной деятельности</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2			
2	Тема 1. Классификация и основные характеристики сигналов. Дискретизация сигналов. Общие понятия о дискретных фильтрах.	4	2		3
3	Тема 2. Линейные преобразования. Собственные функции линейных преобразований. Частотный анализ полиномиальных приближений и других линейных преобразований.	4	4		3
4	Тема 3. Ряды Фурье. Преобразование Фурье.	3	4		3
5	Тема 4. Спектр дискретного сигнала. Дискретное преобразование Фурье и его вычисление с помощью быстрого преобразования Фурье.	4	4		3
6	Тема 5. Z-преобразование	3	4		3
7	Тема 6. Дискретные фильтры. Классификация и общие положения.	3	4		3
8	Тема 7. Частичные суммы ряда Фурье. Явление Гиббса. Весовые функции.	3	4		3
9	Тема 8. Проектирование дискретных фильтров.	3	4		3
10	Тема 9. Эффекты квантования.	3	4		3
11	Заключение	2	0	1	12
	Итого, ач	34	34	1	39
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Обобщенная схема цифровой обработки сигналов. Основные типы сигналов и их математическое описание. Нормирование времени. Типовые дискретные сигналы. Основная полоса частот. Нормирование частоты

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Тема 1. Классификация и основные характеристики сигналов. Дискретизация сигналов. Общие понятия о дискретных фильтрах.	Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Энергия, мощность и другие характеристики сигнала. Дискретное время, дискретное нормированное время, квантование. Период дискретизации, циклическая и круговая частота дискретизации. Частота Найквиста. Детерминированные и случайные сигналы. Некоторые специальные виды детерминированных сигналов и их дискретные аналоги. Равномерный и нормальный белый шум. Линейная свертка. Рекурсивные и нерекурсивные дискретные фильтры. Усиление шума при дискретной фильтрации.
3	Тема 2. Линейные преобразования. Собственные функции линейных преобразований. Частотный анализ полиномиальных приближений и других линейных преобразований.	Линейные преобразования. Операции сдвига, дифференцирования, интегрирования, вычисления разностей. Собственные функции линейных преобразований. Частотный анализ операций сглаживания дискретных сигналов полиномами первой второй и четвертой степени в скользящем окне различной ширины. Частотный анализ формул численного интегрирования, разностных операторов, численного дифференцирования. Определение соответствующих передаточных функций и их графическое отображение.
4	Тема 3. Ряды Фурье. Преобразование Фурье.	Система ортогональных тригонометрических функций. Ряд Фурье. Примеры разложения функций в ряд Фурье. Частичные суммы ряда Фурье. Явление Гиббса. Сглаживание Ланцоша. Комплексный ряд Фурье. Свойства ряда Фурье. Преобразование Фурье и его свойства. Амплитудный и фазовый спектры функций.
5	Тема 4. Спектр дискретного сигнала. Дискретное преобразование Фурье и его вычисление с помощью быстрого преобразования Фурье.	Дискретный сигнал, как функция времени. Представление спектра дискретного сигнала в виде периодической функции с периодом 2. Теорема Котельникова. Примеры восстановления сигнала по его дискретным отсчетам. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его свойства. Круговая свертка и ее отличие от линейной свертки. Матричное представление ДПФ. ДПФ и дискретные отсчеты спектра дискретного сигнала. Быстрое преобразование Фурье. Алгоритм БПФ с прореживанием по времени. Пример вычисления 8-точечного ДПФ с помощью алгоритма БПФ с прореживанием по времени.
6	Тема 5. Z-преобразование	Z преобразование. Основные свойства Z преобразования. Z преобразование типовых дискретных сигналов. Обратное Z преобразование. Использование таблицы соответствий. Разложение z изображения на простые дроби.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
7	Тема 6. Дискретные фильтры. Классификация и общие положения.	Дискретные фильтры. Свойства линейности и стационарности. Импульсная характеристика дискретного фильтра. Передаточная функция. Частотная характеристика (комплексный коэффициент передачи) дискретного фильтра и ее свойства. Нули и полюсы передаточной функции. Устойчивость дискретной системы.
8	Тема 7. Частичные суммы ряда Фурье. Явление Гиббса. Весовые функции.	Частичная сумма ряда Фурье. Анализ причин возникновения явления Гиббса. Снижение отрицательного эффекта явления Гиббса (уменьшение амплитуды боковых лепестков) с помощью весовых функций. Модифицированное прямоугольное окно, сигма-факторы Ланцоша, окно Ганна, окно Хемминга.
9	Тема 8. Проектирование дискретных фильтров.	Классификация методов синтеза дискретных фильтров. Краткая характеристика различных методов. Пример субоптимального метода синтеза нерекурсивных фильтров с использованием весовых функций. Пример субоптимального метода синтеза «гладкого» (с гладкой передаточной функцией) нерекурсивного фильтра. Рассмотрение основных видов рекурсивных фильтров и общая характеристика методов их синтеза. Фильтры Баттеруорта, фильтры Чебышева 1-го и 2-го рода, эллиптические фильтры. Рассмотрение проблем, связанных с переходным процессом и с фазовыми сдвигами при фильтрации. Обсуждается сравнительная характеристика эффективности практического использования рекурсивных и нерекурсивных дискретных фильтров.
10	Тема 9. Эффекты квантования.	Рассматриваются проблемы, сопровождающие переход от исследования дискретных сигналов к цифровым. Шум квантования, искажение значений коэффициентов дискретных фильтров, переполнение разрядной сетки ЭВМ в процессе вычислений, округление результатов промежуточных вычислений, приводящие в ряде случаев к возникновению так называемых «предельных циклов».
11	Заключение	Перспективы развития и использования методов и схем цифровой обработки сигналов. Выводы по курсу.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Частотный анализ формул численного интегрирования	4
2. Частотный анализ полиномиальных приближений	5
3. Моделирование стандартных дискретных сигналов	5
4. Моделирование и анализ линейных комбинаций дискретных сигналов	5
5. Исследование результатов фильтрации дискретного сигнала с помощью рекурсивных фильтров, построенных на основе формул численного дифференцирования и интегрирования	5
6. Исследование результатов фильтрации дискретного сигнала с помощью нерекурсивных фильтров, построенных на основе полиномиальных приближений	5
7. Субоптимальные методы синтеза нерекурсивных фильтров методом окон (сигма-факторы Ланцоша, модифицированное прямоугольное окно, окно Ганна)	5
Итого	34

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	7
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	10
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	12
ИТОГО СРС	39

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
Основная литература		
1	Афанасьев А. А. Цифровая обработка сигналов. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / А. А. Афанасьев, А. А. Рыболовлев, А. П. Рыжков, 2019. -356 с.	неогр
2	Солонина А.И. Цифровая обработка сигналов в зеркале MATLAB [Электронный ресурс] / А.И. Солонина, 2018. -560 с.	неогр
3	Основы цифровой обработки сигналов. Курс лекций, 2 изд. [Электронный ресурс] / А. Солонина, Д. Улахович, С. Арбузов и др., 2005. -768 с.	неогр
Дополнительная литература		
1	Айфичер, Эммануил. Цифровая обработка сигналов [Текст] : практ. подход / Э. Айфичер, Б. Джервис, 2004. -989 с.	11
2	Смоленцев, Николай Константинович. Вейвлет-анализ в MATLAB [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. и специальностям "Математика", "Математика. Прикладная математика" / Н. К. Смоленцев, 2010. -448 с.	19
3	Цифровая обработка сигналов и MATLAB [Электронный ресурс] / А.И. Солонина, Д.М. Клионский, Т.В. Меркучева и др., 2013. -512 с.	неогр
4	Марпл-мл., Стенли Лоренс. Цифровой спектральный анализ и его приложения [Текст] : монография / С.Л. Марпл-мл.; Пер. с англ. О.И.Хабарова и Г.А.Сидоровой; Под ред. И.С.Рыжака, 1990. -584 с. с.	23
5	Хемминг, Ричард В. Цифровые фильтры [Текст] / Р.В. Хемминг ; пер. с англ. В.И. Ермишина ; под ред. А.М. Трахтмана, 1980. -224 с.	29

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Материалы ЦИТМ Экспонента www.exponenta.ru
2	MATLAB -математические работы www.matlab.com

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10861>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Цифровая обработка сигналов» формой промежуточной аттестации является дифф. зачет. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Дифференцированный зачет

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 17,8	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	17,9 – 29,0	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	29,1 – 35,7	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	35,80 – 44,75	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

Особенности допуска

Студент допускается к дифференцированному зачету при условии посещения занятий, выполнения и защиты на коллоквиуме 7 практических работ, выполнения 2 тестов.

Оценка дифференцированного зачета выставляется на основе текущего контроля в соответствии с правилами рейтинговой системы.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Нерекурсивные и рекурсивные дискретные фильтры. Определение. Линейная свертка.
2	Нерекурсивные и рекурсивные дискретные фильтры. Определение. Линейная свертка.
3	Частотный анализ линейного сглаживания дискретной последовательности.
4	Частотный анализ операций численного интегрирования.
5	Пример расчета симметричного нерекурсивного фильтра для пяти точек.
6	Системы ортогональных функций. Система ортогональных тригонометрических функций. Ряд Фурье. Свойства ряда Фурье.
7	Дискретные сигналы. Спектр дискретного сигнала.
8	Свойства ДПФ: линейность, задержка, симметрия.
9	ДПФ и спектр дискретного сигнала. Увеличение «спектральной разрешающей способности» ДПФ.
10	Сравнение результатов линейной и круговой свертки. Круговая свертка с добавлением нулей. Линейная и круговая свертка в матричной форме.
11	Z-преобразование и его свойства.
12	Дискретные фильтры. Функция передачи и частотная характеристика (комплексный коэффициент передачи) дискретных фильтров.
13	Коррекция частичной суммы ряда Фурье. Весовые функции -модифицированное окно.
14	Коррекция частичной суммы ряда Фурье. Весовые функции – окно Хемминга.
15	Классификация дискретных фильтров по целевому назначению. Классификация методов синтеза дискретных фильтров.
16	Синтез КИХ-фильтров методом косинусоидального сглаживания. Характеристика получаемых результатов.
17	Основные виды БИХ-фильтров и их краткая характеристика.
18	Эффекты квантования в цифровых системах. Переполнение разрядной сетки, округление промежуточных результатов – предельные циклы.

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Примеры вопросов для формирования тестов:

1. Аналоговый сигнал:

- а) является непрерывной функцией времени;
- б) определен в конечном числе временных отсчетов;
- в) не может быть задан аналитически.

2. Дискретный сигнал:

- а) может быть только целочисленным;
- б) может только периодическим;
- в) определен на дискретном множестве временных отсчетов;

3. Шаг (период) равномерной дискретизации T ;

- а) равен периоду дискретного сигнала.
- б) равен частоте Найквиста;
- в) равен разности между последующим и предыдущим значениями аргумента дискретизированного аналогового сигнала.

4. Частота Найквиста:

- а) равна половине периода дискретизации;
- б) равна периоду аналогового сигнала;
- в) равна половине частоты дискретизации.

5. Дискретное время:

- а) измеряется в единицах времени;
- б) безразмерно;
- в) равно периоду дискретного сигнала.

6. Дискретное нормированное время:

- а) измеряется в единицах времени;
- б) безразмерно;
- в) равно периоду дискретного сигнала.

7. Цифровой сигнал представляет собой:

- а) квантованный дискретный сигнал;
- б) квантованный аналоговый сигнал;
- в) дискретный сигнал, деленный на заданный коэффициент.

8. Частота дискретизации:

- а) равна периоду дискретизации;
- б) равна половине периода дискретизации;
- в) равна величине, обратной периоду дискретизации.

9. Круговая частота ω :

- а) измеряется в единицах времени;
- б) измеряется в радианах/сек.;
- в) измеряется в единицах/сек.

10. Циклическая частота f :

- а) измеряется в единицах времени;
- б) измеряется в радианах/сек.;
- в) измеряется в единицах/сек.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Тема 1. Классификация и основные характеристики сигналов. Дискретизация сигналов. Общие понятия о дискретных фильтрах. Тема 2. Линейные преобразования. Собственные функции линейных преобразований. Частотный анализ полиномиальных приближений и других линейных преобразований. Тема 3. Ряды Фурье. Преобразование Фурье. Тема 4. Спектр дискретного сигнала. Дискретное преобразование Фурье и его вычисление с помощью быстрого преобразования Фурье. Тема 5. Z-преобразование	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		Тест
10	Тема 6. Дискретные фильтры. Классификация и общие положения. Тема 7. Частичные суммы ряда Фурье. Явление Гиббса. Весовые функции. Тема 8. Проектирование дискретных фильтров. Тема 9. Эффекты квантования.	
11		
12		
13		
14		
15		
16		Тест
17	Тема 1. Классификация и основные характеристики сигналов. Дискретизация сигналов. Общие понятия о дискретных фильтрах. Тема 2. Линейные преобразования. Собственные функции линейных преобразований. Частотный анализ полиномиальных приближений и других линейных преобразований. Тема 3. Ряды Фурье. Преобразование Фурье. Тема 4. Спектр дискретного сигнала. Дискретное преобразование Фурье и его вычисление с помощью быстрого преобразования Фурье. Тема 5. Z-преобразование Тема 6. Дискретные фильтры. Классификация и общие положения. Тема 7. Частичные суммы ряда Фурье. Явление Гиббса. Весовые функции. Тема 8. Проектирование дискретных фильтров. Тема 9. Эффекты квантования.	Коллоквиум

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя:

– контроль посещаемости, оцениваемой по системе рейтинга, приведенной ниже.

на практических занятиях

Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости, оцениваемой по системе рейтинга, приведенной ниже,
- выполнение и защита на коллоквиуме 7 практических работ, оцениваемых по системе рейтинга, приведенной ниже,
- проведение 2 контрольных тестов, оцениваемых по системе рейтинга, приведенной ниже,

Тесты состоят из 20 вопросов с возможностью выбора одного или нескольких правильных ответов. Ответ на вопрос теста считается правильным, если выбраны все правильные варианты ответов. За правильный ответ начисляется 0,5 балла.

Рейтинговая система оценки работы студента в семестре

1. Посещаемость (не менее 80% занятий): 5 баллов / вес - 0,35 / 1,75 рейтинг-баллов (кол-во баллов * вес)

2. Тест №1: макс. 10 баллов / вес - 0,4 / 4 рейтинг-балла (кол-во баллов * вес)

3. Тест №2: макс. 10 баллов / вес - 0,4 / 4 рейтинг-балла (кол-во баллов * вес)

4. Практические работы (Рейтинг-баллы рассчитываются в сумме за 7 работ)

4.1. Сданные в срок

4.1.1. Принятые без замечаний:

4.1.1.1. После первой проверки: 10 баллов / вес - 0,5 / 35 рейтинг-баллов (кол-во баллов * вес)

4.1.1.2. После второй проверки: 7 баллов / вес - 0,5 / 24,5 рейтинг-балла
(кол-во баллов * вес)

4.1.2. Принятые с замечаниями: 3 балла / вес - 0,5 / 10,5 рейтинг-баллов
(кол-во баллов * вес)

4.2. Сданные позже срока

4.2.1. Принятые без замечаний:

4.2.1.1. После первой проверки: 8 баллов / вес - 0,3 / 16,8 рейтинг-баллов
(кол-во баллов * вес)

4.2.1.2. После второй проверки: 5 баллов / вес - 0,3 / 10,5 рейтинг-баллов
(кол-во баллов * вес)

4.2.2. Принятые с замечаниями: 2 балла / вес - 0,3 / 4,2 рейтинг-балла
(кол-во баллов * вес)

4.3. Работа не сдавалась 0 / 0 / 0

Наименьшее значение итогового рейтинга для получения оценки:

Отлично - 35,80

Хорошо - 29,1

Удовлетворительно - 17,9

Максимально возможный итоговый рейтинг - 44,75

самостоятельной работы студентов.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется всех видах по методикам, описанным выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, IBM-совместимый компьютер Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска	1) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя. Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА