Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 17.09.2025 15:24:16
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет Урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ /К.И. Лушин/
« 27 » февраля 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

# «Цифровая обработка сигналов в электротехнических системах»

Направление подготовки
**13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Профиль
**«Интеллектуальные системы электрооборудования и промышленной электроники»**

Квалификация
**магистр**

Формы обучения
**очная**

Москва, 2025 г.

**Разработчик(и):**
Старший преподаватель кафедры
«Электрооборудование и промышленная электроника»  /В. В. Кукса/

**Согласовано:**
Заведующий кафедрой
«Электрооборудование и промышленная электроника»
к.т.н., доцент  /А. Н. Шишков/

Руководитель образовательной программы
к.т.н., доцент  /А. Н. Шишков/

# Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Цифровая обработка сигналов в электротехнических системах» ..... 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы ..... 5
3 Структура и содержание дисциплины ..... 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость ..... 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины ..... 6
3.3 Содержание дисциплины ..... 7
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ..... 8
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) - нет ..... 9
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение ..... 9
4.1 Нормативные документы и ГОСТы ..... 9
4.2 Основная литература ..... 9
4.3 Дополнительная литература ..... 10
4.4 Электронные образовательные ресурсы ..... 10
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ..... 10
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ..... 10
5 Материально-техническое обеспечение ..... 11
6 Методические рекомендации ..... 11
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ..... 11
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ..... 12
7 Фонд оценочных средств ..... 12
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения ..... 12
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения ..... 12
7.3 Оценочные средства ..... 13

# 1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Цифровая обработка сигналов в электротехнических системах»

**Целью изучения** дисциплины «Цифровая обработка сигналов в электротехнических системах» является овладение студентами теоретических основ и практических методов анализа и обработки аналоговых и дискретных сигналов, навыками моделирования линейных систем, а также разработки и применения цифровых фильтров и спектрального анализа для решения задач в области связи, автоматизации и цифровой обработки данных на производстве и в научно-исследовательской сферах.

**Задачами изучения** дисциплины являются приобретение студентами знаний:
- фундаментальных понятий о теории сигналов и работе цифро-аналоговых систем;
- основных методов спектрального анализа;
- принципа действия и анализа сигналов аналоговых электротехнических систем;
- принципов действия дискретизации, фильтрации и восстановления цифровых сигналов в электротехнических системах.

**Планируемые результаты обучения, соотнесенные с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций.**

Обучение по дисциплине **«Цифровая обработка сигналов в электротехнических системах»** направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности | ИПК-1.1 Выбирает и эффективно использует основы цифровой обработка сигналов, методы математического моделирования для проектирования электротехнических систем.<br>ИПК-1.2 Рассчитывает объекты электромеханических систем, анализирует технические параметры цифровых сигналов в электротехнических системах, системах электротехнического оборудования.<br>ИПК-1.3 Осуществляет проектирование электротехнических систем, используя методы разработки и внедрения рациональных технических решений для обработки и фильтрации цифровых сигналов. |
| ПК-2 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы профессиональной деятельности | ИПК-2.1 Проводит работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.<br>ИПК-2.2 Осуществляет научное руководство группой работников при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.<br>ИПК2.3 Осуществляет координацию деятельности исполнителей и определяет сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. |

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части Элективные дисциплины блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

- программируемые логические интегральные схемы;
- информационные системы в электроэнергетике;
- интеллектуальные системы передачи информации в промышленной электронике;
- диагностика и мониторинг состояния электрооборудования.

## 3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 академических часа).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 2 |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **72** | **72** |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | 18 | 18 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 18 | 18 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 36 | 36 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **72** | **72** |
| | В том числе: | | |
| 2.1 | Самостоятельная проработка материала | 18 | 18 |
| 2.2 | Подготовка к выполнению лабораторных работ и оформлению отчётов, подготовка к защите лабораторных работ. | 36 | 36 |
| 2.3 | Подготовка к промежуточной аттестации | 18 | 18 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | | **Экзамен** |
| | **Итого** | **144** | **144** |

## 3.2 Тематический план изучения дисциплины

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | |
| | **Вводная часть.** | **2** | **2** | **-** | **-** | **-** |
| **1** | **Раздел 1. Основы анализа сигналов** | **40** | **6** | **6** | **8** | **20** |
| 1.1 | Тема 1. Классификация сигналов, Ряд Фурье. Разложение сигналов в ряд Фурье, расчёт и свойства преобразования Фурье. | 14 | 4 | 2 | 4 | 4 |
| 1.2 | Тема 2. Корреляционная функция и спектры сигналов. | 6 | | 2 | | 4 |
| 1.3 | Тема 3. Метрическое и линейное пространство сигналов. Дискретные и интегральные представления сигналов. | 10 | 2 | | 4 | 4 |
| 1.4 | Тема 4. Случайные и вероятностные процессы в сигналах. | 10 | | 2 | | 8 |
| **2** | **Раздел 2. Аналоговые системы** | **32** | **4** | **4** | **8** | **16** |
| 2.1 | Тема 1. Импульсная и переходная характеристики линейных систем. Коэффициент передачи, фазовая и групповая задержки входных и выходных сигналов. | 10 | 2 | | 4 | 4 |
| 2.2 | Тема 2. Способы описания линейных систем с помощью дифференциальных уравнений, нули и полюсы. | 12 | 2 | 2 | | 8 |
| 2.3 | Тема 3. Расчёт и построение графиков частотных характеристик аналоговых фильтров. | 10 | | 2 | 4 | 4 |
| **3** | **Раздел 3. Дискретные сигналы** | **24** | **2** | **2** | **8** | **12** |
| 3.1 | Тема 1. Аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразование сигналов. Прямое и обратное Z – преобразование и его свойства. | 12 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 3.2 | Тема 2. Расчёт временных функций и генерация одиночных, последовательных и периодических сигналов. | 12 | | | 4 | 8 |
| **4** | **Раздел 4. Дискретные системы** | **46** | **4** | **6** | **12** | **24** |
| 4.1 | Тема 1. Способы описания линейных систем. Фильтры первого и второго | 10 | 2 | | 4 | 4 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | порядка и формы их многоуровневой реализации. | | | | | |
| 4.2 | Тема 2. Дискретная свертка, отображение нулей и полюсов фильтра. | 6 | | 2 | | 4 |
| 4.3 | Тема 3. Дискретное преобразование Фурье и быстрое преобразование Фурье. | 8 | | | 4 | 4 |
| 4.4 | Тема 4. Непараметрический и параметрический спектральный анализ. | 6 | | 2 | | 4 |
| 4.5 | Тема 5. Основы синтеза дискретных фильтров. | 6 | | 2 | | 4 |
| 4.6 | Тема 6. Модуляция и демодуляция сигналов. | 10 | 2 | | 4 | 4 |
| **Итого** | | **144** | **18** | **18** | **36** | **72** |

## 3.3 Содержание дисциплины

**Вводная часть.**

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Общие сведения об цифровой обработке сигналов в электротехнических системах. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

**Раздел 1. Основы анализа сигналов.**

**Тема 1. Классификация сигналов, Ряд Фурье. Разложение сигналов в ряд Фурье, расчёт и свойства преобразования Фурье.**

Изучение типов сигналов (дискретные/непрерывные, периодические/апериодические); разложение сигналов в ряд Фурье.

**Тема 2. Корреляционная функция и спектры сигналов.**

Анализ зависимости между сигналами во времени; автокорреляция, взаимная корреляция; связь корреляции и спектра мощности.

**Тема 3. Метрическое и линейное пространство сигналов. Дискретные и интегральные представления сигналов.**

Рассмотрение сигналов как элементов пространств; понятия нормы, расстояния, скалярного произведения, ортогональности.

**Тема 4. Случайные и вероятностные процессы в сигналах.**

Основы моделирования случайных сигналов; стационарность, математическое ожидание, дисперсия, шум и его характеристики.

**Раздел 2. Аналоговые системы.**

**Тема 1. Импульсная и переходная характеристики линейных систем. Коэффициент передачи, фазовая и групповая задержки входных и выходных сигналов.**

Определение отклика системы на единичный импульс и скачок; анализ фазовой и групповой задержек.

**Тема 2. Способы описания линейных систем с помощью дифференциальных уравнений, нули и полюсы.**

Математическое моделирование линейных систем через дифференциальные уравнения; определение нулей и полюсов.

**Тема 3. Расчёт и построение графиков частотных характеристик аналоговых фильтров.**

Построение и анализ АЧХ и ФЧХ аналоговых фильтров; поведение фильтров НЧ, ВЧ, ПФ, ЗФ.

**Раздел 3. Дискретные сигналы.**

**Тема 1. Аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразование сигналов. Прямое и обратное Z – преобразование и его свойства.**

Процессы дискретизации и восстановления сигналов; понятие и применение Z-преобразования и его свойств.

**Тема 2. Расчёт временных функций и генерация одиночных, последовательных и периодических сигналов.**

Генерация базовых дискретных сигналов (импульсы, ступеньки, синусоиды); построение временных диаграмм.

**Раздел 4. Дискретные системы**

**Тема 1. Способы описания линейных систем. Фильтры первого и второго порядка и формы их многоуровневой реализации.**

Разностные уравнения; реализация фильтров первого и второго порядка (директ-формы, каскады, решётки, цифровые фильтры и др.).

**Тема 2. Дискретная свертка, отображение нулей и полюсов фильтра.**

Операция свёртки, её роль в отклике систем; определение устойчивости по нулям и полюсам.

**Тема 3. Дискретное преобразование Фурье и быстрое преобразование Фурье.**

Преобразование сигналов в частотную область; алгоритм БПФ для ускоренного вычисления спектров.

**Тема 4. Непараметрический и параметрический спектральный анализ.**

Методы оценки спектральной плотности: оконный метод, периодограмма, AR-модели и др.

**Тема 5. Основы синтеза дискретных фильтров.**

Методы проектирования цифровых фильтров (FIR, IIR); подходы с использованием окон, частотной аппроксимации и др.

**Тема 6. Модуляция и демодуляция сигналов.**

Основы цифровой модуляции (AM, FM, PSK, QAM); восстановление исходных сигналов на приёме.

## 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

**3.4.1 Семинарские/практические занятия**

**Практическое занятие №1.** Разложение сигналов в ряд Фурье (2 часа).

**Практическое занятие №2.** Корреляционная функция и спектры сигналов (2 часа).

**Практическое занятие №3.** Случайные и вероятностные помехи в сигналах (2 часа).

**Практическое занятие №4.** Применение дифференциальных уравнений для описания линейных систем (2 часа).

**Практическое занятие №5.** Графики частотных характеристик аналоговых фильтров (2 часа).

**Практическое занятие №6.** Прямое и обратное Z – преобразование (2 часа).

**Практическое занятие №7.** Отображение нулей и полюсов фильтра (2 часа).

**Практическое занятие №8.** Непараметрический и параметрический спектральный анализ (2 часа).

**Практическое занятие №9.** Синтез дискретных фильтров. (2 часа).

**3.4.2 Лабораторные занятия**

**Лабораторная работа №1.** Расчёт и свойства преобразования Фурье (4 часа).

**Лабораторная работа №2.** Дискретные и интегральные представления сигналов (4 часа).

**Лабораторная работа №3.** Импульсная и переходная характеристики линейных систем (4 часа).

**Лабораторная работа №4.** Построение графиков частотных характеристик аналоговых фильтров (4 часа).

**Лабораторная работа №5.** Аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразование сигналов (4 часа).

**Лабораторная работа №6.** Генерация одиночных, последовательных и периодических сигналов (4 часа).

**Лабораторная работа №7.** Фильтры первого и второго порядка (4 часа).

**Лабораторная работа №8.** Дискретное преобразование Фурье (4 часа).

**Лабораторная работа №9.** Модуляция и демодуляция сигналов (4 часа).

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) - нет

## 4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Свод правил «Электротехнические устройства» СП 76.13330.2016. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

2. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание седьмое. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.

3. ГОСТа 19.201–78 Техническое задание, требования к содержанию и оформлению; перечень технических характеристик вычислительной техники.

4. ГОСТР 59988.02.1–2022 - Системы автоматизированного проектирования электроники. Информационное обеспечение. Технические характеристики электронных компонентов. Микросхемы интегральные. Спецификации декларативных знаний по техническим характеристикам.

### 4.2 Основная литература

1. Магазинникова, А. Л. Основы цифровой обработки сигналов : учебное пособие для вузов / А. Л. Магазинникова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 132 с. – ISBN 978-5-8114-9334-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

2. Васильев, В. Г. Прикладные задачи спектрального анализа сигналов : учебник для вузов / В. Г. Васильев, С. Н. Куженькин. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 284 с. – ISBN 978-5-8114-8465-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

3. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов : учебник / А. Оппенгейм, Р. Шафер. — 3-е изд., испр. — Москва : Техносфера, 2012. — 1048 с. — ISBN 978-5-94836-329-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/73524

### 4.3 Дополнительная литература

1. Умняшкин, С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие : [16+] / С.В. Умняшкин. – 5-е изд., исправл. и доп. – Москва : Техносфера, 2019. – 550 с. : ил., схем. – (Мир цифровой обработки). – Режим доступа: по подписке.

2. Фрейман, В. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / В. И. Фрейман. — Пермь: ПНИПУ, 2021. — 114 с. — ISBN 978-5-398-02542-2. — Текст : электронный // Лань : электроннобиблиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/239828

3. Степанов, А. Б. Цифровая обработка сигналов в радиотехнических системах : учебное пособие / А. Б. Степанов. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2021. — 42 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/279560

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog).

Ссылка на электронную библиотеку:

https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. PyCharm – среда разработки для программирования на языке python с удобными графическими интерфейсами. https://www.jetbrains.com/ru-ru/pycharm/
2. MatPlotLib – библиотека для построения и обработки графиков. https://matplotlib.org/

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru

2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. Электротехническая библиотека «Элек.ру» https://www.elec.ru/library/info/
8. Netelectro. Новости электротехники, оборудование. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. https://netelectro.ru/
9. Электроцентр. http://electrocentr.info/

# 5 Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами и аудитории общего фонда. Для проведения лабораторных занятий используются аудитории оснащённые компьютерами и интерактивными досками.

# 6 Методические рекомендации

## 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 Целесообразно в ходе защиты лабораторных работ задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.9 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

### 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

## 7 Фонд оценочных средств

### 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

**Форма промежуточной аттестации во втором семестре: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Цифровая обработка сигналов в электротехнических системах» выполнили и защитили лабораторные работы и итоговый письменный тест.

### 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации **«экзамен»** и их описание:

| ***Шкала оценивания*** | ***Критерий оценивания*** |
|---|---|
| *Отлично* | *Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.* |
| *Хорошо* | *Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.* |
| *Удовлетворительно* | *Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.* |
| *Неудовлетворительно* | *Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.* |

## 7.3 Оценочные средства

### 7.3.1 Текущий контроль

1. Подготовка к выполнению, проведение расчетов, оформление отчетов и защита девяти лабораторных работ.
2. Выполнение промежуточного и итогового тестирования по основным разделам дисциплины.

### 7.3.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме **экзамена** с последующим собеседованием по материалам ответа и выполнением тестов в системе LMS. Для допуска к экзамену студенты должны выполнить и защитить девять лабораторных работ и успешно пройти промежуточное тестирование в системе LMS. Экзаменационный билет содержит тестирование в системе LMS. Список вопросов, выносимых на экзамен, выдается студентам на первом занятии. Для подготовки и написания ответа на билет студенту выделяется 20 минут. В процессе проведения

собеседования студенту могут быть заданы дополнительные вопросы, не выходящие за рамки изученного курса. К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Цифровая обработка сигналов в электротехнических системах»: выполнили и защитили лабораторные работы.

**Вопросы к экзамену:**

1. Дайте классификацию сигналов. Приведите примеры.
2. В чём различие между детерминированными и случайными сигналами?
3. Что такое ряд Фурье и как он применяется для анализа периодических сигналов?
4. Перечислите и объясните свойства преобразования Фурье.
5. Что такое спектр сигнала? Как он связан с преобразованием Фурье?
6. Что представляет собой корреляционная функция?
7. В чём различие между автокорреляцией и взаимной корреляцией?
8. Что такое мощностной спектр сигнала и как он вычисляется?
9. Объясните понятие метрического пространства сигналов.
10. Какие сигналы считаются ортогональными?
11. Что такое случайный процесс? Дайте определение.
12. Объясните понятия стационарности и эргодичности случайных процессов.
13. Как рассчитываются математическое ожидание и дисперсия случайного сигнала?
14. Что такое импульсная и переходная характеристики системы?
15. Как определяется передаточная функция аналоговой системы?
16. Что такое фазовая и групповая задержки?
17. Как дифференциальные уравнения описывают аналоговые линейные системы?
18. Что такое нули и полюса системы, и как они влияют на поведение системы?
19. Как строятся амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики аналоговых фильтров?
20. Объясните процесс аналого-цифрового преобразования (АЦП).
21. Что такое квантование, и как оно влияет на качество сигнала?
22. В чём состоит суть цифро-аналогового преобразования (ЦАП)?
23. Что такое Z-преобразование и зачем оно используется?
24. Перечислите и объясните основные свойства Z-преобразования.
25. Каковы условия существования Z-преобразования?
26. Назовите и опишите типовые дискретные сигналы (единичный импульс, ступенька, синус).
27. Чем отличается описание дискретной системы от аналоговой?
28. Как записываются разностные уравнения для цифровых фильтров?
29. Какие формы реализации цифровых фильтров существуют?
30. Что такое дискретная свёртка и как она применяется в системах?
31. Как определить устойчивость дискретной системы по нулям и полюсам?
32. Что такое дискретное преобразование Фурье (ДПФ)?
33. Как работает алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ)?
34. В чём различие между параметрическим и непараметрическим спектральным анализом?
35. Перечислите основные виды цифровой модуляции и их особенности.