

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Лазерная и оптическая измерительная электроника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ КВАНТОВОЙ**  
**ЭЛЕКТРОНИКИ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.10
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	3 семестр - 32 часа;
Консультации	3 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	3 семестр - 113,2 часов;
в том числе на КП/КР	3 семестр - 79,7 часа;
Иная контактная работа	3 семестр - 4 часа;
включая: Контрольная работа Тестирование Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсовой работы	3 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;
	всего - 0,8 часа

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

Н.М.  
Скорнякова


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

Н.М.  
Скорнякова

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

Н.М.  
Скорнякова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение методов и средств цифровой обработки сигналов в области квантовой электроники. Получение навыков применения различных методов обработки информации и знакомство со средствами цифровой обработки сигналов.

### Задачи дисциплины

- знакомство с принципами обработки оптической информации;
- освоение информации о современном состоянии приборной базы для обработки информации;
- приобретение навыков реализации различных методов обработки оптической информации.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен проводить исследования и реализовывать проектные решения с помощью лазерных и оптических измерительных приборов и комплексов	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Знает методики анализа результатов испытаний технологических линий и квантово-оптических приборов и комплексов	знать: - современную приборную базу и методику работы с ней применительно к обработке результатов оптического эксперимента.  уметь: - применять современную приборную базу к обработке экспериментальных сигналов в системах квантовой электроники.
ПК-2 Способен проводить исследования и реализовывать проектные решения с помощью лазерных и оптических измерительных приборов и комплексов	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Умеет проводить исследования и реализовывать проектные решения с помощью средств автоматизации для лазерных и оптических измерительных приборов и комплексов	знать: - общую характеристику процесса проектирования и реализации цифровых систем обработки оптической информации.
РПК-1 Способен решать задачи цифровизации в своей профессиональной области	ИД-1 <sub>РПК-1</sub> Знает средства программного моделирования и аппаратного макетирования области своей профессиональной деятельности	знать: - теоретические основы цифровых методов обработки сигналов.  уметь: - выбирать и обосновывать различные методы и алгоритмы для обработки результатов экспериментальных исследований.
РПК-1 Способен решать задачи цифровизации в своей профессиональной области	ИД-2 <sub>РПК-1</sub> Владеет навыками программного моделирования, аппаратного макетирования и экспериментальных работ в области своей профессиональной деятельности	уметь: - реализовывать различные методы и алгоритмы для обработки результатов экспериментальных исследований.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Лазерная и оптическая измерительная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Введение в цифровую обработку сигналов	2	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Введение в цифровую обработку сигналов" <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение в цифровую обработку сигналов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 22-29</p>
1.1	Основные сведения о цифровой обработке сигналов	1		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.2	Аналоговое и дискретное преобразования Фурье, примеры его выполнения	1		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	Вейвлет преобразование	23		10	8	4	-	-	-	1	-	-	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Вейвлет преобразование" <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Вейвлет преобразование" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание</p>
2.1	Основы вейвлет преобразования	6		2	-	4	-	-	-	-	-	-	-	
2.2	Реализация вейвлет-преобразования в математических программах.	6		2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.3	Обратное вейвлет преобразование.	7		2	4	-	-	-	-	1	-	-	-	
2.4	Свойства вейвлет преобразования	2		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.5	Кратномасштабный анализ	2		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

													<p>выдается студентам по изученному в разделе "Вейвлет преобразование" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Вейвлет преобразование и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Вейвлет преобразование" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Вейвлет преобразование"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 5-16 [4], 536, 566-583</p>
3	Преобразование Гильберта	8	3	4	-	-	-	-	1	-	-	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы
3.1	Определение преобразования Гильберта	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Преобразование Гильберта"
3.2	Каузальные функции	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.3	Свойства преобразования Гильберта	6	1	4	-	-	-	-	1	-	-	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а

													так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Преобразование Гильберта" материалу. <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Преобразование Гильберта" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Преобразование Гильберта" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 17-20 [3], 778-791
4	Кепстральный анализ	6	1	4	-	-	-	-	1	-	-	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>
4.1	Основы кепстрального анализа	6	1	4	-	-	-	-	1	-	-	-	Повторение материала по разделу "Кепстральный анализ" <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Кепстральный анализ" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения

													<p>профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Кепстральный анализ" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Кепстральный анализ"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 21-24</p>
5	Z преобразование	15	4	4	6	-	-	-	1	-	-	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Z преобразование"
5.1	Основы Z преобразования	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>
5.2	Свойства Z преобразования	3	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	Изучение материала по разделу "Z преобразование" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
5.3	Обратное Z преобразование	11	2	4	4	-	-	-	1	-	-	-	<b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Z преобразование и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Z преобразование" материалу.



															<p>Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Z преобразование"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Z преобразование" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 25-29 [3], 111-132</p>
6	Методы сжатия сигналов и изображений	10	4	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Методы сжатия сигналов и изображений"</p>
6.1	Принципы кодирования информации	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Методы сжатия сигналов и изображений" материалу.</p>
6.2	Кодирование видеопоследовательностей	8	2	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения</p>

															<p>профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Методы сжатия сигналов и изображений" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Методы сжатия сигналов и изображений и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы сжатия сигналов и изображений"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 39-47 [4], 630-640 [5], 161-175</p>
7	Микропроцессоры обработки сигналов	6	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Микропроцессоры обработки сигналов"
7.1	Основные понятия	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Микропроцессоры обработки сигналов"
7.2	Арифметико-логическое устройство	3	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 267-283 [6], 126-139
7.3	Операционный блок	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7.4	Блок микропрограммного управления	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	Обработка сигналов с	12	2	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>



9.1	Основное уравнение визуализации	1		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	визуализации" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
9.2	Методы решения уравнения визуализации	1		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Уравнение визуализации"
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	96.0		-	-	-	16	-	-	-	0.3	79.7	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>216.0</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>0.8</b>	<b>79.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>216.0</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>	<b>113.2</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Введение в цифровую обработку сигналов

#### 1.1. Основные сведения о цифровой обработке сигналов

Цифровые методы обработки оптической информации. Цифровые средства обработки оптической информации.

#### 1.2. Аналоговое и дискретное преобразования Фурье, примеры его выполнения

Прямое аналоговое преобразование Фурье. Обратное аналоговое преобразование Фурье. Прямое дискретное преобразование Фурье. Обратное дискретное преобразование Фурье. Оконное преобразование нестационарного сигнала.

### 2. Вейвлет преобразование

#### 2.1. Основы вейвлет преобразования

Физический смысл преобразования. Базисные функции, требования к ним.. Прямые непрерывное и дискретное вейвлет преобразования.. Основные области применения.. Алгоритм выполнения вейвлет преобразования. Примеры вейвлет образов различных функций.

#### 2.2. Реализация вейвлет-преобразования в математических программах.

Особенности вычисления вейвлет-преобразования в пакете Matlab. Особенности вычисления вейвлет-преобразования в пакете Mathcad.

#### 2.3. Обратное вейвлет преобразование.

Методика выполнения обратного вейвлет преобразования.. Скейлинг функции.

#### 2.4. Свойства вейвлет преобразования

Линейность. Инвариантность относительно сдвига. Инвариантность относительно масштабирования. Дифференцирование. Аналог теоремы Парсеваля.

#### 2.5. Кратномасштабный анализ

Разложение по ортогональному базису. Каскадный алгоритм вычислений. Пример выполнения кратномасштабного анализа функции. Свойства преобразования.

### 3. Преобразование Гильберта

#### 3.1. Определение преобразования Гильберта

Определение преобразования. Спектральная характеристика. Изменение спектра сигналов. Вычисление преобразования Гильберта.

#### 3.2. Каузальные функции

Спектры каузальных функций. Реальная и мнимая части спектра каузальных функций.

#### 3.3. Свойства преобразования Гильберта

Линейность. Преобразование константы. Свойство четности и нечетности. Последовательное двойное преобразование. Обратное преобразование. Подобие. Энергетическая эквивалентность. Ортогональность.

#### 4. Кепстральный анализ

##### 4.1. Основы кепстрального анализа

Терминология. Вычисление кепстра. Пример вычисления.

#### 5. Z преобразование

##### 5.1. Основы Z преобразования

Прямое Z-преобразование. Отображение Z-преобразования. Пространство Z-полиномов. Примеры Z-преобразования.

##### 5.2. Свойства Z преобразования

Линейность. Задержка. Преобразование свертки. Дифференцирование. Разложение сигналов на блоки последовательной свертки.

##### 5.3. Обратное Z преобразование

Преобразование интегрированием по контуру. Метод разложения на элементарные дроби. Метод разложения в степенной ряд. Геометрическая оценка АЧХ и ФЧХ систем. Вычисление частотной характеристики. Анализ устойчивости систем.

#### 6. Методы сжатия сигналов и изображений

##### 6.1. Принципы кодирования информации

Терминология кодирования. Дискретизация. Квантование. Основные характеристики информации. Хранение информации. Кодирование растровой графической информации. Кодирование векторной графической информации. RGB модель. Формат MPEG и его применение.

##### 6.2. Кодирование видеопоследовательностей

Межкадровое сжатие. Кодирование цвета. Кодирование блоками. Алгоритм Хаффмана. Арифметическое кодирование. Сжатие отдельных кадров, JPEG кодек. Дискретное косинусное преобразование.

#### 7. Микропроцессоры обработки сигналов

##### 7.1. Основные понятия

Классификация по архитектурным особенностям. Классификация по разрядности. Классификация по объему адресуемой памяти. Классификация по набору дополнительных инструкций. Производительность микропроцессоров. Предельные эксплуатационные параметры.

##### 7.2. Арифметико-логическое устройство

Схемы вычитателей. Схема с коммутатором. Выполняемые операции в зависимости от управляющего кода.

##### 7.3. Операционный блок

Трехшинная структура. Двухшинная структура. Одношинная структура.

##### 7.4. Блок микропрограммного управления

Схема БМУ. Формат команды микропроцессора на машинном языке. Построение команд для восьмиразрядного процессора, построенного по структуре Фон-Неймана. Временные диаграммы считывания и записи. Пример команд микропроцессора на машинном языке.

### 8. Обработка сигналов с помощью микропроцессоров

#### 8.1. Цели обработки сигналов

Сравнение аналоговой и цифровой обработки сигналов. Цифровые фильтры низкой частоты. Сравнение АЧХ аналогового и цифрового фильтров.

#### 8.2. Обработка сигналов в реальном времени

Структурная схема цифрового устройства обработки сигналов. Критерий Найквиста. Эффект наложения спектров. Погрешности дискретизатора. Антиалийзинговые фильтры. Процесс проектирования цифрового фильтра. Субдискретизация. Погрешности АЦП и ЦАП по постоянному току. Погрешности АЦП и ЦАП по переменному току.

### 9. Уравнение визуализации

#### 9.1. Основное уравнение визуализации

Составляющие уравнения визуализации. Точные и приближенные методы решения. Собирающие и ударяющие решения. Видозависимые и видонезависимые решения.

#### 9.2. Методы решения уравнения визуализации

Методы освещенности и радиосити. Прямая и обратная трассировка лучей. Методика расчета обратной трассировки лучей.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Практическое выполнение обратного Z преобразования;
2. Погрешности дискретизатора. Антиалийзинговые фильтры.;
3. Процесс проектирования цифрового фильтра. Субдискретизация;
4. Кодирование информации;
5. Графическое построение Фурье и Вейвлет образов..

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Кепстральный анализ;
2. Вычисление преобразования Гильберта;
3. Z-преобразование;
4. Обработка сигналов ЛДА методом вейвлет-анализа;
5. Исследование передаточных характеристик аналого-цифрового и цифро-аналогово преобразователей;
6. Фильтрация сигналов с помощью вейвлет-преобразования;
7. Кодирование текстовой и графической информации.

### **3.5 Консультации**

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые

консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Вейвлет преобразование"

2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Z преобразование"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Методы сжатия сигналов и изображений"

*Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение в цифровую обработку сигналов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вейвлет преобразование"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Преобразование Гильберта"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Кепстральный анализ"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Z преобразование"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы сжатия сигналов и изображений"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Микропроцессоры обработки сигналов"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Обработка сигналов с помощью микропроцессоров"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Уравнение визуализации"

*Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)*

1. Консультации проводятся по разделу "Вейвлет преобразование"
2. Консультации проводятся по разделу "Z преобразование"
3. Консультации проводятся по разделу "Методы сжатия сигналов и изображений"

*Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Вейвлет преобразование"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Преобразование Гильберта"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Кепстральный анализ"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Z преобразование"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Методы сжатия сигналов и изображений"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

#### 3 Семестр

Курсовая работа (КР)

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 12	13 - 14	15 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2	3, 4	1, 2, 3, 4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	40	40	20	-
Выполненный	40	80	100	-



объем нарастающим итогом, %				
-----------------------------------	--	--	--	--

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Вычисление вейвлет образов сигналов ЛДА
2	Вычисление вейвлет образов сигналов ЛДВ
3	Выполнение $Z$ преобразования
4	Кодирование информации: Хаффмана и арифметическое

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)									Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<b>Знать:</b>												
современную приборную базу и методику работы с ней применительно к обработке результатов оптического эксперимента	ИД-1ПК-2								+	+		Лабораторная работа/Защита лабораторных работ Контрольная работа/Кодирование информации Тестирование/Погрешности АЦП и ЦАП
общую характеристику процесса проектирования и реализации цифровых систем обработки оптической информации	ИД-2ПК-2	+									+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ
теоретические основы цифровых методов обработки сигналов	ИД-1РПК-1	+	+	+	+	+						Контрольная работа/Z преобразование Лабораторная работа/Защита лабораторных работ
<b>Уметь:</b>												
применять современную приборную базу к обработке экспериментальных сигналов в системах квантовой электроники	ИД-1ПК-2								+	+		Контрольная работа/Кодирование информации
выбирать и обосновывать различные методы и алгоритмы для обработки результатов экспериментальных исследований	ИД-1РПК-1							+				Контрольная работа/Z преобразование
реализовывать различные методы и алгоритмы для обработки результатов экспериментальных исследований	ИД-2РПК-1		+									Контрольная работа/Графическое построение Фурье и вейвлет-образов

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **3 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Графическое построение Фурье и вейвлет-образов (Контрольная работа)
2. Кодирование информации (Контрольная работа)
3. Погрешности АЦП и ЦАП (Тестирование)
4. Z преобразование (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной. Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

#### Курсовая работа (КР) (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной. Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Сапронов, М. В. Методы и средства обработки оптической информации : практикум по курсу "Методы и средства обработки оптической информации" для магистров по направлению 11.04.04 "Электроника и нанoeлектроника" / М. В. Сапронов, Н. М. Скорнякова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 52 с. - ISBN 978-5-7046-2119-5 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10765>;

2. Нарышкин, А. К. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие для вузов радиотехнических специальностей / А. К. Нарышкин . – 2-е изд., стер . – М. : АКАДЕМИЯ, 2008 . – 320 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 978-5-7695-4917-5 .;

3. Оппенгейм А., Шафер Р.- "Цифровая обработка сигналов", (3-е изд., испр.), Издательство: "Техносфера", Москва, 2012 - (1048 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=73524](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73524);
4. Гонсалес Р., Вудс Р.- "Цифровая обработка изображений", (3-е изд., испр. и доп.), Издательство: "Техносфера", Москва, 2012 - (1104 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=73514](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73514);
5. Березкин Е. Ф.- "Основы теории информации и кодирования", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (320 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/206384>;
6. Сафьянников Н. М., Буренева О. И., Алипов А. Н.- "Информационно-измерительные преобразователи киберфизических систем", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020 - (236 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/152596>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. SmathStudio.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Журналы научного общества Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. АНО «Россия – страна возможностей» - <https://rsv.ru/education/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-103, Учебная аудитория каф. Физики	парта, стол преподавателя, стул, экран, колонки
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-103, Учебная аудитория каф. Физики	парта, стол преподавателя, стул, экран, колонки
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-111/1, Компьютерный класс каф. Физики	стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный
	А-111/2, Компьютерный класс каф. Физики	стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения	А-103, Учебная аудитория каф.	парта, стол преподавателя, стул, экран, колонки

промежуточной аттестации	Физики	
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
	А-111/1, Компьютерный класс каф. Физики	стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный
	А-111/2, Компьютерный класс каф. Физики	стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, компьютер персональный, принтер
Помещения для консультирования	А-201/1, Кабинет сотрудников каф. Физики	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-101/1, Склад каф. Физики им. В.А. Фабриканта	стеллаж для хранения инвентаря, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, книги, учебники, пособия

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Методы и средства обработки сигналов квантовой электроники

(название дисциплины)

#### 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Графическое построение Фурье и вейвлет-образов (Контрольная работа)
- КМ-2 Z преобразование (Контрольная работа)
- КМ-3 Кодирование информации (Контрольная работа)
- КМ-4 Погрешности АЦП и ЦАП (Тестирование)
- КМ-5 Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	16	16
1	Введение в цифровую обработку сигналов						
1.1	Основные сведения о цифровой обработке сигналов						+
1.2	Аналоговое и дискретное преобразования Фурье, примеры его выполнения			+			+
2	Вейвлет преобразование						
2.1	Основы вейвлет преобразования			+			+
2.2	Реализация вейвлет-преобразования в математических программах.		+				
2.3	Обратное вейвлет преобразование.			+			+
2.4	Свойства вейвлет преобразования			+			+
2.5	Кратномасштабный анализ			+			+
3	Преобразование Гильберта						
3.1	Определение преобразования Гильберта			+			+
3.2	Каузальные функции			+			+
3.3	Свойства преобразования Гильберта			+			+
4	Кепстральный анализ						

4.1	Основы кепстрального анализа		+			+
5	Z преобразование					
5.1	Основы Z преобразования		+			+
5.2	Свойства Z преобразования		+			+
5.3	Обратное Z преобразование		+			+
6	Методы сжатия сигналов и изображений					
6.1	Принципы кодирования информации			+		
6.2	Кодирование видеопоследовательностей			+		
7	Микропроцессоры обработки сигналов					
7.1	Основные понятия			+		
7.2	Арифметико-логическое устройство			+	+	+
7.3	Операционный блок			+	+	+
7.4	Блок микропрограммного управления			+	+	+
8	Обработка сигналов с помощью микропроцессоров					
8.1	Цели обработки сигналов					+
8.2	Обработка сигналов в реальном времени			+	+	+
9	Уравнение визуализации					
9.1	Основное уравнение визуализации		+			
9.2	Методы решения уравнения визуализации		+			
Вес КМ, %:		20	20	20	15	25

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Методы и средства обработки сигналов квантовой электроники

(название дисциплины)

**3 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

- КМ-1 Выполнение раздела 1 КР
- КМ-2 Выполнение раздела 2 КР
- КМ-3 Соблюдение графика выполнения КР
- КМ-4 Качество оформления КР

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	12	14	16	16
1	Вычисление вейвлет образов сигналов ЛДА		+		+	+
2	Вычисление вейвлет образов сигналов ЛДВ		+		+	+
3	Выполнение Z преобразования			+	+	+
4	Кодирование информации: Хаффмана и арифметическое			+	+	+
Вес КМ, %:			40	40	10	10