

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

Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение

Наименование образовательной программы: Компьютерная фотоника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	5 семестр - 8 часов;
Практические занятия	5 семестр - 4 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 128,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	5 семестр - 1,2 часа;
включая: Проверочная работа Контрольная работа Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	5 семестр - 0,3 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b

Н.М.
Скорнякова

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b

Н.М. Скорнякова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Задачи дисциплины

- формирование знаний, умений и навыков использования методов и алгоритмов оценки информативных параметров, описывающих изучаемые процессы, явления и объекты;
- формирование навыков обоснованно выбирать методы анализа и обработки сигналов;
- формирование навыков анализа и обработки измерительных сигналов с помощью технических средств и информационных технологий.

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
РПК-1 Способен решать задачи цифровизации в технических системах	ИД-1рпк-1 Демонстрирует понимание принципов построения и использования информационных систем в технических системах, осуществляет поиск и выбор цифровых технологий и методов в соответствии с поставленной задачей	знать: - общую характеристику процесса проектирования и реализации цифровых систем обработки оптической информации; - 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 компьютерной фотоники; - выбирать и обосновывать различные методы и алгоритмы для обработки результатов экспериментальных исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Компьютерная фотоника (далее – ОПОП), направления подготовки 12.03.01 Приборостроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Вейвлет преобразование сигналов	31.90	5	1.0	-	0.4	-	0.2	-	0.30	-	30	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Работа направлена на изучение теоретического материала по литературным источникам и конспектам раздела "Вейвлет преобразование сигналов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 5-16 [4], 536-571
1.1	Прямое вейвлет преобразование	20.95		0.5	-	0.2	-	0.1	-	0.15	-	20	-	
1.2	Обратное вейвлет преобразование	10.95		0.5	-	0.2	-	0.1	-	0.15	-	10	-	
2	Определение характеристик сигнала	39.1		2.0	-	1.4	-	0.4	-	0.3	-	35	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Работа направлена на изучение теоретического материала по литературным источникам и конспектам раздела "Определение характеристик сигнала" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 17-31 [3], 902-956
2.1	Преобразование Гильберта	10.9		0.5	-	0.2	-	0.1	-	0.1	-	10	-	
2.2	Кепстральный анализ	11.0		0.5	-	0.2	-	0.2	-	0.1	-	10	-	
2.3	Z-преобразование	17.2		1	-	1	-	0.1	-	0.1	-	15	-	
3	Методы кодирования и сжатия сигналов	35.30 0		3.5	-	0.8	-	0.7	-	0.30 0	-	30	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Работа направлена на изучение теоретического материала по литературным источникам и конспектам раздела "Методы кодирования и сжатия сигналов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
3.1	Основные понятия кодирования сигналов	11.47 5		1	-	0.2	-	0.2	-	0.07 5	-	10	-	
3.2	Алгоритм Хаффмана.	11.57 5		1	-	0.2	-	0.3	-	0.07 5	-	10	-	
3.3	Косинусное кодирование.	5.875		0.5	-	0.2	-	0.1	-	0.07 5	-	5	-	

3.4	Арифметическое кодирование	6.375		1	-	0.2	-	0.1	-	0.07 5	-	5	-	[1], 42-52 [2], 161-175
4	Аппаратура цифровых сигнальных процессоров	19.7		1.5	-	1.4	-	0.7	-	0.3	-	15.8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Работа направлена на изучение теоретического материала по литературным источникам и конспектам раздела "Аппаратура цифровых сигнальных процессоров" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 32-41
4.1	Микропроцессоры обработки сигналов	6.0		0.5	-	0.2	-	0.2	-	0.1	-	5	-	
4.2	Погрешности АЦП/ЦАП	7.2		0.5	-	0.5	-	0.3	-	0.1	-	5.8	-	
4.3	Микроконтроллеры, микропроцессоры и цифровые процессоры обработки сигналов (DSP)	6.5		0.5	-	0.7	-	0.2	-	0.1	-	5	-	
	Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	17.7	
	Всего за семестр	144.000		8.0	-	4.0	-	2.0	-	1.200	0.3	110.8	17.7	
	Итого за семестр	144.000		8.0	-	4.0	2.0	1.200	0.3			128.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Вейвлет преобразование сигналов

1.1. Прямое вейвлет преобразование

Базисные функции, требования к ним. Прямые непрерывное и дискретное вейвлет преобразования. Основные области применения. Реализация вейвлет-преобразования в математических программах. Обратное вейвлет преобразование. Свойства вейвлет преобразования. Кратномасштабный анализ..

1.2. Обратное вейвлет преобразование

Обратное вейвлет преобразование. Свойства вейвлет преобразования. Кратномасштабный анализ..

2. Определение характеристик сигнала

2.1. Преобразование Гильберта

Определение преобразования. Спектральная характеристика. Изменение спектра сигналов. Спектры каузальных функций. Свойства преобразования Гильберта. Вычисление преобразования Гильберта в математических программах. Оператор дискретного преобразования Гильберта..

2.2. Кепстральный анализ

Определение. Алгоритм выполнения. Применение..

2.3. Z-преобразование

Z-преобразование. Прямое Z-преобразование. Отображение Z-преобразования. Пространство Z-полиномов. Примеры Z-преобразования. Свойства Z-преобразования. Обратное Z-преобразование. Преобразование интегрированием по контуру. Преобразование разложением на дроби. Метод степенных рядов. Применение Z-преобразования..

3. Методы кодирования и сжатия сигналов

3.1. Основные понятия кодирования сигналов

Измерение информации цифровых сигналов. Кодирование сообщений дискретного множества..

3.2. Алгоритм Хаффмана.

Построение дерева кодирования. Определение итоговых кодов. Работа с постоянным и непостоянным алфавитами. Практическая реализация алгоритма Хаффмана..

3.3. Косинусное кодирование.

Одномерное и двумерное дискретное косинусное преобразование. Одномерное и двумерное обратное дискретное косинусное преобразование. Базовые функции. Качество реконструкции сигналов..

3.4. Арифметическое кодирование

Алгоритмы кодирования и декодирования. Работа с постоянным и непостоянным алфавитами. Практическая реализация алгоритма арифметического кодирования..

4. Аппаратура цифровых сигнальных процессоров

4.1. Микропроцессоры обработки сигналов

Микропроцессоры обработки сигналов. Особенности архитектуры. Микропроцессоры с MISC, RISC и CISC архитектурой. Классификация. Программирование микропроцессоров. Виды сигналов, цели и способы их обработки. Примеры реализации цифровых фильтров..

4.2. Погрешности АЦП/ЦАП

Обработка сигналов в реальном времени. Квантование и дискретизация. Критерий Найквиста. Погрешности дискретизатора. Антиалийзинговые фильтры. Субдискретизация сигнала. Передаточные функции идеальных и реальных АЦП и ЦАП..

4.3. Микроконтроллеры, микропроцессоры и цифровые процессоры обработки сигналов (DSP)

Требования, предъявляемые к цифровым процессорам обработки сигналов. Расчет основных характеристик цифрового фильтра..

3.3. Темы практических занятий

1. "Графическое построение Фурье и вейвлет образов сигналов ";
2. "Вычисление прямого и обратного Z преобразования ";
3. "Кодирование дискретных сигналов ";
4. "Квантование и дискретизация сигналов ".

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Рассмотрение особенностей вейвлет преобразований сигналов
2. Рассмотрение особенностей преобразования Гильберта и кепстрального анализа
3. Рассмотрение особенностей кодирования и сжатия сигналов
4. Рассмотрение особенностей аппаратуры цифровых сигнальных процессоров

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

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	
Знать:						
современную приборную базу и методику работы с ней применительно к обработке результатов оптического эксперимента	ИД-1РПК-1			+		Проверочная работа/Кодирование информации
общую характеристику процесса проектирования и реализации цифровых систем обработки оптической информации	ИД-1РПК-1	+				Проверочная работа/Графическое построение Фурье и вейвлет-образов
Уметь:						
выбирать и обосновывать различные методы и алгоритмы для обработки результатов экспериментальных исследований	ИД-1РПК-1		+			Контрольная работа/Z преобразование
применять современную приборную базу к обработке экспериментальных сигналов в системах компьютерной фотоники	ИД-1РПК-1				+	Тестирование/Погрешности АЦП и ЦАП

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Погрешности АЦП и ЦАП (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Графическое построение Фурье и вейвлет-образов (Проверочная работа)
2. Кодирование информации (Проверочная работа)
3. Z преобразование (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №5)

Зачет выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ"

В диплом выставляется оценка за 5 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://elibrn.mpei.ru/elibrn/view.php?id=10765>;
2. Березкин, Е. Ф. Основы теории информации и кодирования : учебное пособие / Е. Ф. Березкин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 320 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-4119-8.;
3. А. Оппенгейм, Р. Шафер- "Цифровая обработка сигналов", (3-е изд., испр.), Издательство: "Техносфера", Москва, 2012 - (1048 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233730>;
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.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;

4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-2006, Конференц-зал	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер

	ИДДО	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы анализа и обработки сигналов

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Графическое построение Фурье и вейвлет-образов (Проверочная работа)

КМ-2 Z преобразование (Контрольная работа)

КМ-3 Кодирование информации (Проверочная работа)

КМ-4 Погрешности АЦП и ЦАП (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	6	9	12
1	Вейвлет преобразование сигналов					
1.1	Прямое вейвлет преобразование		+			
1.2	Обратное вейвлет преобразование		+			
2	Определение характеристик сигнала					
2.1	Преобразование Гильберта			+		
2.2	Кепстральный анализ			+		
2.3	Z-преобразование			+		
3	Методы кодирования и сжатия сигналов					
3.1	Основные понятия кодирования сигналов				+	
3.2	Алгоритм Хаффмана.				+	
3.3	Косинусное кодирование.				+	
3.4	Арифметическое кодирование				+	
4	Аппаратура цифровых сигнальных процессоров					
4.1	Микропроцессоры обработки сигналов					+
4.2	Погрешности АЦП/ЦАП					+

4.3	Микроконтроллеры, микропроцессоры и цифровые процессоры обработки сигналов (DSP)				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25