

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

---

Направление подготовки/специальность: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.07.04.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Консультации</b>	<b>3 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 113,5 часов;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Перекрестный опрос</b> <b>Решение задач</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>3 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вишняков С.В.
	Идентификатор	R35b26072-VishniakovSV-02810d9

С.В. Вишняков


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вишняков С.В.
	Идентификатор	R35b26072-VishniakovSV-02810d9

С.В. Вишняков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вишняков С.В.
	Идентификатор	R35b26072-VishniakovSV-02810d9

С.В. Вишняков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение терминологии, математического аппарата и основных методов обработки информационных потоков (многомерных сигналов).

### Задачи дисциплины

- освоение методов решения задач анализа и синтеза систем обработки многомерных сигналов;
- освоение терминологии в предметной области;
- овладение основными приемами обработки и представления многомерных сигналов.

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-1 Способен осуществлять проектирование вычислительных комплексов и систем, включая разработку аппаратного, программного обеспечения, системную интеграцию, ввод в эксплуатацию	ИД-3ПК-1 Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием	знать: - терминологию, принятую в научно-технической литературе по цифровой обработке многомерных сигналов; - основные принципы представления информации (аудио, изображения, видеосигналы) в цифровой форме; - основные методы проектирования систем цифровой обработки многомерных сигналов.  уметь: - разрабатывать модели многомерных цифровых сигналов и систем их обработки; - выбирать и применять адекватный математический аппарат для проектирования систем обработки многомерных сигналов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Вычислительные машины, комплексы, системы и сети (далее – ОПОП), направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать принципы функционирования интеллектуальных систем обработки информации
- уметь использовать объектно-ориентированное программирование
- уметь использовать языки программирования высокого уровня

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 5 зачетных единиц, 180 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	Одномерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы	32	3	6	8	-	-	-	-	-	-	18	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Одномерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы"</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 "Одномерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы" материалу.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Одномерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 1-10 [2], 571-579, 615-632 [3], 541-542</p>	
1.1	Одномерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы	32		6	8	-	-	-	-	-	-	18	-		
2	Многомерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы	26		8	4	-	-	-	-	-	-	-	14	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Многомерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе</p>
2.1	Многомерные непрерывные,	26		8	4	-	-	-	-	-	-	-	14	-	

	дискретные и цифровые сигналы												необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Многомерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы" материалу. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Многомерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы" <b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходим провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 10-21 [2], 54-74 [3], 33-47	
3	Системы цифровой обработки многомерных сигналов	32		10	8	-	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Системы цифровой обработки многомерных сигналов"
3.1	Системы цифровой обработки многомерных сигналов	32		10	8	-	-	-	-	-	-	14	-	<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 "Системы цифровой обработки многомерных сигналов" материалу. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение

													дополнительного материала по разделу "Системы цифровой обработки многомерных сигналов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 59-64 [2], 283-296 [3], 253-283
4	Нелинейные системы обработки многомерных сигналов	32	6	8	-	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Нелинейные системы обработки многомерных сигналов"
4.1	Нелинейные системы обработки многомерных сигналов	32	6	8	-	-	-	-	-	-	18	-	<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 "Нелинейные системы обработки многомерных сигналов" материалу. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Нелинейные системы обработки многомерных сигналов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 43-53 [2], . 449-491 [3], 262-275
5	Перспективные технологии обработки информации	22	2	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Перспективные технологии обработки информации"
5.1	Перспективные технологии обработки информации	22	2	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<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 "Перспективные технологии обработки информации" материалу. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Перспективные технологии обработки информации" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 73-86 [2], 201-206 [3], 329-361
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	32	-	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	32	-	2	-	-	0.5		113.5		

**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. Одномерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы

#### 1.1. Одномерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы

Одномерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы. Общие сведения о процессах дискретизации и квантования. Основные понятия. Характеристики сигналов. Теорема Котельникова. Преобразование Фурье. Равенство Парсеваля. Линейные и нелинейные системы обработки одномерных сигналов. Способы описания линейных систем обработки непрерывных и дискретных сигналов. z-преобразование. Многоскоростные системы обработки сигналов. Децимация и интерполяция. Проблема построения систем повышения/понижения частоты дискретизации. Свойство точного воспроизведения. Непрерывное одномерное вейвлет-преобразование, основные определения и свойства. Некоторые производящие функции. Дискретное одномерное вейвлет-преобразование. Реализация с помощью банков фильтров. Некоторые задачи цифровой обработки одномерных сигналов. Обработка звука. Обработка речевых сигналов, особенности. Примеры обработки одномерных сигналов в медицине, неразрушающем контроле, энергетике. Особенности и перспективные направления исследований..

### 2. Многомерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы

#### 2.1. Многомерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы

Многомерные сигналы. Общие определения, носитель сигнала. Регулярные равномерные, регулярные неравномерные и нерегулярные носители. Примеры многомерных сигналов, особенности носителей. Преобразование Фурье. Многомерные цифровые сигналы. Дискретное преобразование Фурье, z-преобразование. Дискретное косинусное преобразование. Особенности многомерных дискретных преобразований. Некоторые примеры многомерных непрерывных и дискретных, цифровых сигналов. Изображение, видео. Передача цвета, цветовые пространства и преобразования. Динамический диапазон. Проблемы, связанные с изменением динамического диапазона. HDR технологии, perceptual quantization. Некоторые типовые задачи, связанные с представлением цвета..

### 3. Системы цифровой обработки многомерных сигналов

#### 3.1. Системы цифровой обработки многомерных сигналов

Системы цифровой обработки многомерных сигналов. Линейные системы, способы и особенности их описания. Разделимые и неразделимые системы. Примеры задач, требующих применения линейных систем - подавление шума; некоторые задачи повышения качества изображений; устранение смаза. Многомерные многоскоростные системы. Разделимая и неразделимая децимация. Теоретические и практические проблемы построения многомерных многоскоростных систем. Многомерное вейвлет-преобразование..

### 4. Нелинейные системы обработки многомерных сигналов

#### 4.1. Нелинейные системы обработки многомерных сигналов

Нелинейные системы обработки многомерных сигналов. Сверточные нейронные сети. Некоторые типовые и перспективные задачи цифровой обработки многомерных сигналов: улучшение качества; сжатие; распознавание образов, объектов и сцен; отслеживание перемещения объектов; синтез композитных сигналов. Связь с технологиями виртуальной реальности и дополненной реальности..

### 5. Перспективные технологии обработки информации



### 5.1. Перспективные технологии обработки информации

Перспективные технологии обработки информации: применение нерегулярных носителей для компактного представления сигнала. Вейвлет преобразование второго поколения. Примеры решения некоторых задач..

### 3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Анализ системы обработки одномерного (звукового) сигнала.;
2. Анализ многоскоростной системы обработки речевого сигнала.;
3. Манипуляции с динамическим диапазоном и преобразования цвета.;
4. Спектральное представление изображений, фильтрация, подавление шумов.;
5. Улучшение качества изображения, устранение линейного смаза.;
6. Исследование системы сжатия изображений.;
7. Исследование системы обработки на основе сверточной ИНС (часть 1);
8. Исследование системы обработки на основе сверточной ИНС (часть 2).

### 3.5 Консультации

### 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	5	
<b>Знать:</b>							
основные методы проектирования систем цифровой обработки многомерных сигналов	ИД-3ПК-1			+			Перекрестный опрос/Защита лабораторной работы № 5 Решение задач/Защита лабораторных работ № 6, 7
основные принципы представления информации (аудио, изображения, видеосигналы) в цифровой форме	ИД-3ПК-1	+					Перекрестный опрос/Защита лабораторных работ № 1,2
терминологию, принятую в научно-технической литературе по цифровой обработке многомерных сигналов	ИД-3ПК-1		+				Решение задач/Защита лабораторной работы №3 Перекрестный опрос/Защита лабораторной работы №4
<b>Уметь:</b>							
выбирать и применять адекватный математический аппарат для проектирования систем обработки многомерных сигналов	ИД-3ПК-1			+			Решение задач/Защита лабораторной работы №3
разрабатывать модели многомерных цифровых сигналов и систем их обработки	ИД-3ПК-1				+	+	Решение задач/Защита лабораторных работ № 6, 7

## **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: Проверка задания

1. Защита лабораторной работы №3 (Решение задач)
2. Защита лабораторных работ № 6, 7 (Решение задач)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы № 5 (Перекрестный опрос)
2. Защита лабораторной работы №4 (Перекрестный опрос)
3. Защита лабораторных работ № 1,2 (Перекрестный опрос)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **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 составляющих.

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. Чобану, М. К. Цифровые многоскоростные системы обработки сигналов : учебное пособие по курсам "Цифровая обработка сигналов" и "Цифровые многоскоростные системы" по направлениям "Информатика и вычислительная техника", "Радиотехника", "Прикладная математика и информатика", "Автоматизация и управление" / М. К. Чобану, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 120 с. - ISBN 978-5-383-00350-3 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=405>;
2. В. П. Дворкович, А. В. Дворкович- "Метрологическое обеспечение видеоинформационных систем", Издательство: "Техносфера", Москва, 2015 - (784 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444851>;
3. В. П. Дворкович, А. В. Дворкович- "Цифровые видеоинформационные системы: (теория и практика)", Издательство: "Техносфера", Москва, 2012 - (1008 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233462>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Scilab;
4. Python;
5. Libre Office;

## 6. ОС Linux.

### 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. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
5. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

### 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
	З-505, Лекционная аудитория каф. ВМСС	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	З-504, Лекционная аудитория каф. ВМСС	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	З-505, Лекционная аудитория каф. ВМСС	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, мел, маркер, стилус
Помещения для самостоятельной работы	Е-517, Лаборатория моделирования и исследования световой среды каф. "Светотехники"	
	Е-519, Лаборатория спектральных и колориметрических измерений каф. "Светотехники"	стол преподавателя, стул, компьютер персональный
	Е-522, Лаборатория физических основ источников оптического излучения каф. "Светотехники"	стол преподавателя, стул
Помещения для консультирования	З-508, помещение не существует	
Помещения для	Е-403, Склад	стол для работы с документами,

хранения оборудования и учебного инвентаря		шкаф, шкаф для документов, книги, учебники, пособия, дипломные и курсовые работы студентов
	3-308, Кабинет сотрудников каф. ВМСС	инвентарь учебный

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Цифровые технологии обработки информации**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Защита лабораторных работ № 1,2 (Перекрестный опрос)  
 КМ-2 Защита лабораторной работы №3 (Решение задач)  
 КМ-3 Защита лабораторной работы №4 (Перекрестный опрос)  
 КМ-4 Защита лабораторной работы № 5 (Перекрестный опрос)  
 КМ-5 Защита лабораторных работ № 6, 7 (Решение задач)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	10	12	15
1	Одномерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы						
1.1	Одномерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы		+				
2	Многомерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы						
2.1	Многомерные непрерывные, дискретные и цифровые сигналы			+	+		
3	Системы цифровой обработки многомерных сигналов						
3.1	Системы цифровой обработки многомерных сигналов			+		+	+
4	Нелинейные системы обработки многомерных сигналов						
4.1	Нелинейные системы обработки многомерных сигналов						+
5	Перспективные технологии обработки информации						
5.1	Перспективные технологии обработки информации						+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20