

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

---

Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Системы автоматизированного проектирования

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЦИФРОВЫЕ МНОГОСКОРОСТНЫЕ СИСТЕМЫ**

<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>Б4.Ч.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 24 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>8 семестр - 24 часа;</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 59,7 часа;</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>Зачет</b>	<b>8 семестр - 0,3 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	Андреева И.Н.
	Идентификатор	Rb5322c60-AndreevaIN-0472a135

И.Н. Андреева

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Топорков В.В.
	Идентификатор	Rc76a6458-ToporkovVV-1f71a135

В.В. Топорков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение терминологии, математического аппарата и основных методов анализа и синтеза цифровых многоскоростных систем

### Задачи дисциплины

- Освоение методов анализа и синтеза многоскоростных систем;
- Владение терминологией и базовыми концепциями вейвлет-анализа.

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 определять конфигурацию и технические характеристики оборудования, необходимые для установки программного продукта	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием	знать: - терминологию, принятую в научно-технической литературе по вейвлет-анализу.  уметь: - проводить кратномасштабный анализ реальных одномерных сигналов.
РПК-2 Способен обосновывать принимаемые решения по разработке и проектированию программного и аппаратного обеспечения	ИД-5 <sub>РПК-2</sub> Демонстрирует знание методов анализа и синтеза линейных и нелинейных электрических, электронных, цифровых систем	знать: - основные методы проектирования цифровых многоскоростных систем.  уметь: - моделировать цифровые многоскоростные системы с заданными параметрами.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программе Системы автоматизированного проектирования (далее – ОПОП), направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные положения и методы цифровой обработки сигналов
- уметь вычислять свертку сигналов и спектр Фурье

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 3 зачетных единицы, 108 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	Системы цифровой обработки сигналов	20	8	6	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<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 "Системы цифровой обработки сигналов" материалу</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Системы цифровой обработки сигналов"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Системы цифровой обработки сигналов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 1-10</p>	
1.1	Системы цифровой обработки сигналов	20		6	4	-	-	-	-	-	-	10	-		
2	Временные и частотные характеристики многоскоростных систем	20		6	4	-	-	-	-	-	-	-	10		-
2.1	Временные и частотные характеристики многоскоростных систем	20		6	4	-	-	-	-	-	-	-	10		-

													разделе "Временные и частотные характеристики многоскоростных систем" материалу <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Временные и частотные характеристики многоскоростных систем" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 10-21
3	Вейвлет преобразование, дискретное вейвлет преобразование	33.7	6	8	-	-	-	-	-	-	19.7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Вейвлет преобразование, дискретное вейвлет преобразование"
3.1	Вейвлет преобразование, дискретное вейвлет преобразование	33.7	6	8	-	-	-	-	-	-	19.7	-	<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, дискретное вейвлет преобразование" материалу <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Вейвлет преобразование, дискретное вейвлет преобразование" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 71-80 [2], стр. 252-261
4	Проектирование банков фильтров анализа и синтеза	34	6	8	-	-	-	-	-	-	20	-	<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
4.1	Проектирование банков фильтров анализа и синтеза	34	6	8	-	-	-	-	-	-	20	-	обработки результатов по изученному в

													разделе "Проектирование банков фильтров анализа и синтеза" материалу <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Проектирование банков фильтров анализа и синтеза" <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование банков фильтров анализа и синтеза" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 262-275
	Зачет	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0	24	24	-	-	-	-	-	0.3	59.7	-	
	Итого за семестр	108.0	24	24	-	-	-	-	-	0.3	59.7	-	

**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. Системы цифровой обработки сигналов

##### 1.1. Системы цифровой обработки сигналов

Содержание дисциплины и её значение для подготовки специалистов по цифровой обработке сигналов. Связь курса с другими предметами. Введение в предмет: базовые определения, понятие о цифровых системах, сигналах. Теорема Котельникова. Частотные и временные характеристики. Многоканальные системы..

#### 2. Временные и частотные характеристики многоскоростных систем

##### 2.1. Временные и частотные характеристики многоскоростных систем

Математический аппарат, необходимый для описания многоканальных и многоскоростных систем. Децимация. Интерполяция. Описание во временной и в частотной области. Основные соотношения. КИХ фильтры. Фильтры Хаара. Фильтры Добеши..

#### 3. Вейвлет преобразование, дискретное вейвлет преобразование

##### 3.1. Вейвлет преобразование, дискретное вейвлет преобразование

Непрерывное вейвлет-преобразование. Производящая функция-материнский вейвлет. Основные требования и соотношения. Примеры применения вейвлет анализа. Сравнение с Фурье-анализом. Кратномасштабное представление сигналов. Дискретное вейвлет преобразование. Свойства и реализации. Шкалирующая функция..

#### 4. Проектирование банков фильтров анализа и синтеза

##### 4.1. Проектирование банков фильтров анализа и синтеза

Основные сведения о цифровых фильтрах. Сравнение типовых характеристик БИХ и КИХ фильтров, методы синтеза фильтров. Некоторые подходы к синтезу банков фильтров. Условие каузальности, условие точного воспроизведения, ортогональность и би-ортогональность. Кратномасштабный анализ на практике. Дефектоскопия, медицина, интеллектуальная обработка сигналов, сжатие с потерями..

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

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Многоскоростная система, построение банка анализа;
2. Характеристики цифрового сигнала, построение многоканальной системы, передискретизация;
3. Кратномасштабный анализ звукового сигнала;
4. Аналоговый, дискретный и цифровой сигнал. Построение системы оцифровки;
5. Многоскоростная система, построение банка синтеза;
6. Характеристики фильтров Хаара. Синтез КИХ фильтра по маске в частотной области.

### **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	
<b>Знать:</b>						
терминологию, принятую в научно-технической литературе по вейвлет-анализу	ИД-1ПК-2	+				Перекрестный опрос/Защита лабораторной работы № 1
основные методы проектирования цифровых многоскоростных систем	ИД-5РПК-2		+			Перекрестный опрос/Защита лабораторной работы № 2
<b>Уметь:</b>						
проводить кратномасштабный анализ реальных одномерных сигналов	ИД-1ПК-2			+		Решение задач/Защита лабораторной работы № 4
моделировать цифровые многоскоростные системы с заданными параметрами	ИД-5РПК-2				+	Решение задач/Защита лабораторной работы № 6



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

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

**8 семестр**

Форма реализации: Проверка задания

1. Защита лабораторной работы № 4 (Решение задач)
2. Защита лабораторной работы № 6 (Решение задач)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы № 1 (Перекрестный опрос)
2. Защита лабораторной работы № 2 (Перекрестный опрос)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет (Семестр №8)*

Зачет выставляется при условии прохождения всех мероприятий текущего контроля с оценкой "зачтено"

В диплом выставляется оценка за 8 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://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=405>;
2. Дворкович В. П., Дворкович А. В.- "Цифровые видеоинформационные системы. Теория и практика", Издательство: "Техносфера", Москва, 2012 - (1008 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=73516](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73516).

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

1. СДО "Прометей";
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. Scilab;
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 ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. База данных Association for Computing Machinery Digital Library - <https://dl.acm.org/about/content>
12. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
13. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
14. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>
15. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
16. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
17. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
18. Журналы издательства SAGE Publication (Sage) - <https://journals.sagepub.com/>
19. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
20. Журналы научного общества Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
21. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
22. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
23. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
24. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
25. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
26. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
27. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
28. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
29. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>

### 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
	3-505, 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-305а, учебно-исследовательская лаборатория электротехники каф. ВМСС	стол преподавателя, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, лабораторный стенд, сервер, компьютер персональный, инвентарь специализированный
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	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	З-301, Кабинет сотрудников каф. ВМСС	стол, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, ноутбук, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-403, Склад	стол для работы с документами, шкаф, шкаф для документов, книги, учебники, пособия, дипломные и курсовые работы студентов

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Цифровые многоскоростные системы**

(название дисциплины)

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

КМ-1 Защита лабораторной работы № 1 (Перекрестный опрос)

КМ-2 Защита лабораторной работы № 2 (Перекрестный опрос)

КМ-3 Защита лабораторной работы № 4 (Решение задач)

КМ-4 Защита лабораторной работы № 6 (Решение задач)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	6	10	14
1	Системы цифровой обработки сигналов					
1.1	Системы цифровой обработки сигналов		+			
2	Временные и частотные характеристики многоскоростных систем					
2.1	Временные и частотные характеристики многоскоростных систем			+		
3	Вейвлет преобразование, дискретное вейвлет преобразование					
3.1	Вейвлет преобразование, дискретное вейвлет преобразование				+	
4	Проектирование банков фильтров анализа и синтеза					
4.1	Проектирование банков фильтров анализа и синтеза					+
Вес КМ, %:			20	20	30	30