

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: Диагностические системы и технологии (приборы диагностики зданий и сооружений, медицинские диагностические приборы)

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: 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	Хвостов А.А.
	Идентификатор	Rd7c1e2e7-KhvostovAA-a55ec66d

А.А. Хвостов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостов А.А.
	Идентификатор	Rd7c1e2e7-KhvostovAA-a55ec66d

А.А. Хвостов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Самокрутов А.А.
	Идентификатор	R145b9cc2-SamokrutovAA-7b5e7dd

А.А.
Самокрутов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение методов и средств цифровой обработки сигналов в области неразрушающего контроля.

Задачи дисциплины

- формирование знаний, умений и навыков использования методов и алгоритмов оценки информативных параметров, описывающих изучаемые процессы, явления и объекты;
- изучение современной приборной базы и методики работы с ней;
- приобретение навыков обоснованно выбирать методы анализа и обработки сигналов;
- овладение 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-1 _{РПК-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: - теоретические основы цифровых методов обработки сигналов. уметь: - реализовывать различные методы и алгоритмы для обработки результатов экспериментальных исследований; - выбирать и обосновывать различные методы и алгоритмы для обработки результатов экспериментальных исследований; - применять современную приборную базу к обработке экспериментальных сигналов в неразрушающем контроле.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Диагностические системы и технологии (приборы диагностики зданий и сооружений, медицинские диагностические приборы) (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	Теория линейных систем	29.30	5	1.0	-	0.5	-	0.50	-	0.30	-	27.0	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Теория линейных систем" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теория линейных систем" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 56-72 [5], стр. 45-50
1.1	Дискретизация и квантование сигналов	14.30		0.5	-	0.2	-	0.25	-	0.15	-	13.2	-	
1.2	Основы теории линейных систем	15.00		0.5	-	0.3	-	0.25	-	0.15	-	13.8	-	
2	Преобразование сигналов	31.20		1.0	-	1.4	-	0.50	-	0.30	-	28.0	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Преобразование сигналов" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Преобразование сигналов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 25-34 [2], стр. 150-166
2.1	Z-преобразование и его свойства	15.50		0.5	-	0.8	-	0.25	-	0.15	-	13.8	-	
2.2	Преобразование Фурье	15.70		0.5	-	0.6	-	0.25	-	0.15	-	14.2	-	
3	Проектирование фильтров	33.20		3.7	-	1.0	-	0.50	-	0.30	-	27.7	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Проектирование фильтров" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу
3.1	Проектирование фильтров с конечной импульсной характеристикой	16.50		1.8	-	0.5	-	0.25	-	0.15	-	13.8	-	

3.2	Проектирование фильтров с бесконечной импульсной характеристикой	16.70		1.9	-	0.5	-	0.25	-	0.15	-	13.9	-	"Проектирование фильтров" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 110-115 [4], стр. 395-405
4	Цифровое интегрирование и дифференцирование	32.30		2.3	-	1.1	-	0.50	-	0.30	-	28.1	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Цифровое интегрирование и дифференцирование" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Цифровое интегрирование и дифференцирование" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 517-523 [4], стр. 230-245
4.1	Цифровое интегрирование и дифференцирование	16.10		1.3	-	0.5	-	0.25	-	0.15	-	13.9	-	
4.2	Дискретное преобразование Фурье, явление частотного рассеивания	16.20		1	-	0.6	-	0.25	-	0.15	-	14.2	-	
	Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	17.7	
	Всего за семестр	144.00		8.0	-	4.0	-	2.00	-	1.20	0.3	110.8	17.7	
	Итого за семестр	144.00		8.0	-	4.0	2.00		1.20	0.3		128.5		

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. Теория линейных систем

1.1. Дискретизация и квантование сигналов

Понятие о дискретном сигнале. Базовые дискретные сигналы. Дискретизация сигналов, теорема Котельникова. Погрешность дискретизации и способы ее уменьшения. Квантование сигналов по уровню. Оптимальные схемы квантования.

1.2. Основы теории линейных систем

Понятие о линейной системе с постоянными параметрами. Свойство устойчивости и физической реализуемости линейных систем. Способы представления линейных систем при помощи блок-схемы, импульсной функции, разностного уравнения. Операции цифровой и линейной свертки.

2. Преобразование сигналов

2.1. Z-преобразование и его свойства

Z-преобразование и его свойства. Обратное z-преобразование. Нули и полюса z-преобразования. Решение разностных уравнений и получение АЧХ линейных систем при помощи z-преобразования.

2.2. Преобразование Фурье

Преобразование Фурье дискретных сигналов. Сравнение преобразования Фурье непрерывных и дискретных сигналов. Свойство преобразования Фурье. Теорема Парсеваля. Соотношение между преобразованием Фурье и z-преобразованием.

3. Проектирование фильтров

3.1. Проектирование фильтров с конечной импульсной характеристикой

Понятие о фильтрах с конечной импульсной характеристикой (КИХ), их свойства, достоинства и недостатки. Способы представления КИХ фильтров. Проектирование нерекурсивных фильтров методом взвешивания. Типы временных окон. Их основные характеристики. Прямоугольная и треугольная оконные функции, обобщенное окно Хэмминга, оконная функция Кайзера. Проектирование рекурсивных фильтров методом дискретизации частотной характеристики. Comb-фильтр и резонатор. Секционированная свертка, вычисление секционированной свертки методом перекрытия с суммированием и методом перекрытия с накоплением.

3.2. Проектирование фильтров с бесконечной импульсной характеристикой

Понятие о фильтрах с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ). Их свойства, достоинства и недостатки. Устойчивость БИХ фильтров. Проектирование фильтров при помощи z-преобразования. Простейшие низкочастотный, высокочастотный, полосовой и режекторный фильтры. Проектирование фильтров Баттерворта и Чебышева методом билинейного z-преобразования. Определение порядка фильтра в соответствии с заданными требованиями. Расчет координат нулей и полюсов, способы реализации фильтров Баттерворта и Чебышева. Проектирование БИХ фильтров методом инвариантного преобразования импульсной характеристики, выбор шага дискретизации импульсной характеристики.

4. Цифровое интегрирование и дифференцирование

4.1. Цифровое интегрирование и дифференцирование

Цифровое интегрирование, метод прямоугольников, трапеций, Симпсона. Сравнение передаточных характеристик систем, реализующих различные способы интегрирования с передаточной характеристикой идеального дифференциатора. Понятие о цифровом дифференцировании. Простейший дифференциатор, его характеристики. Проектирование дифференциатора методом взвешивания.

4.2. Дискретное преобразование Фурье, явление частотного рассеивания

Дискретное преобразование Фурье, разрешающая способность дискретного преобразования Фурье, способы ее увеличения. Явление частотного рассеивания, способы его устранения. Быстрое преобразование Фурье, алгоритм быстрого преобразования Фурье с прореживанием по времени.

3.3. Темы практических занятий

1. Дискретизация сигналов. Ряд Котельникова, теорема Котельникова;
2. Расчет прямого и обратного z-преобразования;
3. Проектирование простейших БИХ фильтров при помощи z-преобразования;
4. Проектирование простейшего сглаживающего фильтра методом взвешивания;
5. Comb-фильтр и резонатор;
6. Расчет низкочастотного фильтра Баттерворта;
7. Частотные свойства интеграторов;
8. Исследование частотного разрешения преобразования.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теория линейных систем"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Преобразование сигналов"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проектирование фильтров"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Цифровое интегрирование и дифференцирование"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Теория линейных систем"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Преобразование сигналов"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Проектирование фильтров"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Цифровое интегрирование и дифференцирование"

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:						
теоретические основы цифровых методов обработки сигналов	ИД-1 _{РПК-1}			+		Тестирование/Дискретные модели сигналов во временной и частотной областях
Уметь:						
применять современную приборную базу к обработке экспериментальных сигналов в неразрушающем контроле	ИД-1 _{РПК-1}		+			Контрольная работа/Применение z-преобразования
выбирать и обосновывать различные методы и алгоритмы для обработки результатов экспериментальных исследований	ИД-1 _{РПК-1}	+				Контрольная работа/Основы теории линейных систем
реализовывать различные методы и алгоритмы для обработки результатов экспериментальных исследований	ИД-1 _{РПК-1}				+	Контрольная работа/Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова

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. Дискретные модели сигналов во временной и частотной областях (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова (Контрольная работа)
2. Основы теории линейных систем (Контрольная работа)
3. Применение z-преобразования (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №5)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

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. Кравченко, В. Ф. Лекции по теории атомарных функций и некоторым их приложениям / В. Ф. Кравченко. – М. : Радиотехника, 2003. – 512 с. – ISBN 5-931080-19-8.;
2. Айфичер, Э. С. Цифровая обработка сигналов : практический подход : пер. с англ. / Э. С. Айфичер, Б. У. Джервис. – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2004. – 992 с. – ISBN 5-84590-710-1.;
3. Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов : пер. с англ. / Р. Лайонс. – 2-е изд. – М. : Бином-Пресс, 2006. – 656 с. – ISBN 5-9518014-9-4.;
4. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов по направлению 210300 "Радиотехника" / А. Б. Сергиенко. – 3-е изд. – СПб. : БХВ-Петербург, 2013. – 768 с. – (Учебная литература для вузов). – ISBN 978-5-9775-0915-2.;
5. С.В. Умняшкин- "Основы теории цифровой обработки сигналов", (4-е изд., исправ.), Издательство: "Техносфера", Москва, 2018 - (528 с.)
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496608>.

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. Scilab.

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. 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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
10. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

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 ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
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 Основы теории линейных систем (Контрольная работа)

КМ-2 Применение z-преобразования (Контрольная работа)

КМ-3 Дискретные модели сигналов во временной и частотной областях (Тестирование)

КМ-4 Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Теория линейных систем					
1.1	Дискретизация и квантование сигналов		+			
1.2	Основы теории линейных систем		+			
2	Преобразование сигналов					
2.1	Z-преобразование и его свойства			+		
2.2	Преобразование Фурье			+		
3	Проектирование фильтров					
3.1	Проектирование фильтров с конечной импульсной характеристикой				+	
3.2	Проектирование фильтров с бесконечной импульсной характеристикой				+	
4	Цифровое интегрирование и дифференцирование					
4.1	Цифровое интегрирование и дифференцирование					+
4.2	Дискретное преобразование Фурье, явление частотного рассеивания					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25