

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: Информационно-аналитические и диагностические интеллектуальные технологии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06.01.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	1 семестр - 16 часов;
Практические занятия	1 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	1 семестр - 16 часов;
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 129,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Лабораторная работа Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шатохин А.А.
	Идентификатор	R0e68e98d-ShatokhinAA-1c3724c4

(подпись)

А.А. Шатохин

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

**Руководитель
образовательной программы**

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Барат В.А.
	Идентификатор	Rb173df8d-BaratVA-106e228a

(подпись)

В.А. Барат

(расшифровка
подписи)

**Заведующий выпускающей
кафедры**

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Желбаков И.Н.
	Идентификатор	R839a3a63-ZhelbakovIGN-f73624c4

(подпись)

И.Н. Желбаков

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: формирование у студентов компетенций, связанных с применением цифровой обработки информации в вычислительно-измерительных системах

Задачи дисциплины

- изучение характеристик дискретных сигналов и систем;
- выработка у студентов навыков проектирования цифровых фильтров;
- изучение спектрального анализа;
- изучение многоскоростной обработки сигналов;
- получение опыта компьютерного моделирования базовых алгоритмов цифровой обработки 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 применять фундаментальные научные методы при исследовании, анализе, моделировании и проектировании аналитических информационных систем	ИД-1ПК-2 Осуществляет обработку измерительной информации, проводит анализ и структурирование данных	знать: - основные характеристики дискретных сигналов и систем; - понятийный аппарат цифровой фильтрации. уметь: - синтезировать и анализировать цифровые фильтры; - моделировать системы с многоскоростной обработкой сигналов; - применять дискретное преобразование Фурье для спектрального анализа сигналов; - применять z-преобразование для анализа дискретных систем; - моделировать дискретизацию сигналов и цифровые измерения их параметров.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Информационно-аналитические и диагностические интеллектуальные технологии (далее – ОПОП), направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы математического анализа, теории управления и схемотехники
- знать методы оценки погрешности средств измерений
- уметь дифференцировать и интегрировать
- уметь рассчитывать переходные процессы
- уметь оценивать погрешности функциональных узлов средств измерений

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	Дискретные сигналы и системы	36	1	4	4	4	-	-	-	-	-	24	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение материала по разделу "Дискретные сигналы и системы", подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 153-161; стр. 164-168; 218-224; стр. 170-173 [2], стр. 36-48; стр. 70-73; стр. 79-83</p>	
1.1	Дискретные сигналы	18		2	2	2	-	-	-	-	-	12	-		
1.2	Дискретные системы	18		2	2	2	-	-	-	-	-	12	-		
2	Z-преобразование	24		2	4	2	-	-	-	-	-	16	-		<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение материала по разделу "Z-преобразование", подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 173-178 [2], стр. 117-122; стр. 126-127; стр.127-141</p>
2.1	Z-преобразование	24		2	4	2	-	-	-	-	-	16	-		
3	Цифровая фильтрация	48.0		6	4.0	6	-	-	-	-	-	32	-		<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Цифровая фильтрация", подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 249-255; стр. 376-388; стр.393-410</p>
3.1	Введение в цифровую фильтрацию	12.5		2	0.5	2	-	-	-	-	-	8	-		
3.2	Проектирование рекурсивных цифровых фильтров	18		2	2	2	-	-	-	-	-	12	-		
3.3	Проектирование нерекурсивных цифровых фильтров	17.5		2	1.5	2	-	-	-	-	-	12	-		

													[2], стр. 405-411; стр. 478-492
4	Спектральный анализ	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Спектральный анализ", подготовка к практическим занятиям и контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 296-311; стр. 316-320 [2], стр. 609-631; стр. 684-695
4.1	Спектральный анализ	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
5	Многоскоростная обработка сигналов	24	2	4	2	-	-	-	-	-	16	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Многоскоростная обработка сигналов" и подготовка к лабораторной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 620-625
5.1	Многоскоростная обработка сигналов	24	2	4	2	-	-	-	-	-	16	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	16	16.0	16	-	2	-	-	0.5	96	33.5	
	Итого за семестр	180.0	16	16.0	16		2		-	0.5		129.5	

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. Дискретные сигналы и системы

1.1. Дискретные сигналы

Дискретизация и квантование сигналов. Тестовые последовательности. Частота Найквиста. Наложение спектров. Спектр дискретного сигнала. Соотношение между спектром аналогового и дискретного сигналами. Теорема Котельникова-Найквиста. Субдискретизация. Фильтры защиты от наложения спектров..

1.2. Дискретные системы

Классификация дискретных систем. Линейные стационарные системы. Способы описания: разностные уравнения, импульсная характеристика, функция передачи, частотная характеристика. Устойчивость линейных дискретных систем. Цифровое измерение параметров сигналов и мощности во временной области.

2. Z-преобразование

2.1. Z-преобразование

Z-преобразование и его основные свойства. Обратное z-преобразование. Способы нахождения обратного z-преобразования. Применение z-преобразования для анализа дискретных систем.

3. Цифровая фильтрация

3.1. Введение в цифровую фильтрацию

Классификация цифровых фильтров. Сравнение аналоговых и цифровых фильтров (ЦФ). Условные обозначения на структурных схемах. Алгоритм «скользящего среднего». Рекурсивные (БИХ) и нерекурсивные (КИХ) цифровые фильтры. Формы реализаций ЦФ: прямая, каноническая, транспонированная, каскадная, параллельная. Функция передачи и уравнение цифрового фильтра. Дискретная фильтрация в MATLAB.

3.2. Проектирование рекурсивных цифровых фильтров

Основные этапы проектирования ЦФ. Проектирование рекурсивных цифровых фильтров по аналоговому прототипу. Метод инвариантной импульсной характеристики. Метод билинейного преобразования.

3.3. Проектирование нерекурсивных цифровых фильтров

Прямые методы синтеза нерекурсивных ЦФ. Синтез с использованием оконных функций. Полуполосный КИХ-фильтр. Анализ источников погрешности ЦФ. Синтез дискретных фильтров в MATLAB.

4. Спектральный анализ

4.1. Спектральный анализ

Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его основные свойства. Циклическая свертка. Связь ДПФ и спектра дискретного сигнала. Способы вычисления ДПФ: алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ), алгоритм Герцеля. ДПФ как дискретная фильтрация. Растекание спектра. Измерение СКЗ сигналов и параметров мощности в частотной области. Основные функции спектрального анализа в MATLAB..

5. Многоскоростная обработка сигналов

5.1. Многоскоростная обработка сигналов

Изменение частоты дискретизации: интерполяция, прореживание (децимация), передискретизация. Дециматор со структурой «интегратор – гребенчатый фильтр». Преобразователь частоты дискретизации с рациональным коэффициентом. Принцип построения преобразователя частоты дискретизации с вещественным коэффициентом..

3.3. Темы практических занятий

1. Функции многоскоростной обработки в MATLAB;
2. Дискретное преобразование Фурье и его применение для спектрального анализа сигналов;
3. Проектирование полуполосного КИХ-фильтра;
4. Проектирование цифровых БИХ-фильтров по аналоговому прототипу;
5. Дискретная фильтрация в MATLAB;
6. Способы нахождения обратного z-преобразования;
7. Цифровое измерение параметров сигналов и мощности во временной области;
8. Спектр дискретного сигнала.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Коррекция амплитудно-частотной характеристики дециматора со структурой «интегратор – гребенчатый фильтр»;
2. Синтез и анализ цифровых фильтров;
3. Применение z-преобразования для анализа дискретных систем;
4. Дискретизация аналоговых периодических сигналов.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Дискретные сигналы и системы"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Z-преобразование"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Цифровая фильтрация"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Спектральный анализ"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Многоскоростная обработка сигналов"

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	
Знать:							
понятийный аппарат цифровой фильтрации	ИД-1ПК-2			+			Лабораторная работа/Синтез и анализ цифровых фильтров
основные характеристики дискретных сигналов и систем	ИД-1ПК-2	+					Лабораторная работа/Дискретизация сигналов
Уметь:							
моделировать дискретизацию сигналов и цифровые измерения их параметров	ИД-1ПК-2	+					Лабораторная работа/Дискретизация сигналов
применять z-преобразование для анализа дискретных систем	ИД-1ПК-2		+				Лабораторная работа/Применение z-преобразования для анализа дискретных систем
применять дискретное преобразование Фурье для спектрального анализа сигналов	ИД-1ПК-2				+		Контрольная работа/Применение ДПФ для спектрального анализа сигналов
моделировать системы с многоскоростной обработкой сигналов	ИД-1ПК-2					+	Лабораторная работа/Коррекция АЧХ дециматора со структурой «интегратор – гребенчатый фильтр»
синтезировать и анализировать цифровые фильтры	ИД-1ПК-2			+			Лабораторная работа/Синтез и анализ цифровых фильтров

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Дискретизация сигналов (Лабораторная работа)
2. Коррекция АЧХ дециматора со структурой «интегратор – гребенчатый фильтр» (Лабораторная работа)
3. Применение ДПФ для спектрального анализа сигналов (Контрольная работа)
4. Применение z-преобразования для анализа дискретных систем (Лабораторная работа)
5. Синтез и анализ цифровых фильтров (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

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 1 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника" / А. Б. Сергиенко . – 2-е изд . – СПб. : Питер, 2007 . – 751 с. – (Учебник для вузов) . - ISBN 5-469-00816-9 .;
2. 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>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Acrobat Reader.

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. 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. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
16. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
17. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
18. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
19. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
20. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
21. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-530, Учебная аудитория каф. "ИИТ"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-530, Учебная аудитория каф. "ИИТ"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-530, Учебная аудитория каф. "ИИТ"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-530, Учебная аудитория каф. "ИИТ"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для	Е-430/4,	

консультирования	Лаборатория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-403, Склад	стол для работы с документами, шкаф, шкаф для документов
	В-308/1, Кладовая	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы цифровой обработки информации

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Дискретизация сигналов (Лабораторная работа)
- КМ-2 Применение z-преобразования для анализа дискретных систем (Лабораторная работа)
- КМ-3 Синтез и анализ цифровых фильтров (Лабораторная работа)
- КМ-4 Применение ДПФ для спектрального анализа сигналов (Контрольная работа)
- КМ-5 Коррекция АЧХ дециматора со структурой «интегратор – гребенчатый фильтр» (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	14	16
1	Дискретные сигналы и системы						
1.1	Дискретные сигналы		+				
1.2	Дискретные системы		+				
2	Z-преобразование						
2.1	Z-преобразование			+			
3	Цифровая фильтрация						
3.1	Введение в цифровую фильтрацию				+		
3.2	Проектирование рекурсивных цифровых фильтров				+		
3.3	Проектирование нерекурсивных цифровых фильтров				+		
4	Спектральный анализ						
4.1	Спектральный анализ					+	
5	Многоскоростная обработка сигналов						
5.1	Многоскоростная обработка сигналов						+
Вес КМ, %:			20	20	25	15	20