

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

---

Направление подготовки/специальность: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Наименование образовательной программы: Радиозлектроника в биотехнических и медицинских аппаратах и системах

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕТОДЫ И УСТРОЙСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ**

<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.04</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>3 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 109,5 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>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>3 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Архипова С.В.
	Идентификатор	Rd5bd572c-LakovshchikSV-2ca8e9f

(подпись)

С.В. Архипова

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жихарева Г.В.
	Идентификатор	Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c

(подпись)

Г.В. Жихарева

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

(подпись)

Е.В. Шалимова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение принципов построения, характеристик, методов анализа, расчета и проектирования устройств цифровой обработки сигналов.

### Задачи дисциплины

- ознакомление обучающихся с основными методами анализа и расчета устройств цифровой обработки сигналов;

- ознакомление со структурным синтезом цифровых комплексных фильтров, методами их расчета и моделирования.

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 проводить исследования в области создания биотехнических систем	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Разрабатывает алгоритмы и проводит исследования для создания биотехнических систем	знать: - понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения; - общие принципы анализа и обработки дискретных сигналов в цифровых системах.  уметь: - самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области цифровой обработки сигналов.
ПК-2 Способен проектировать биотехнические системы	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Разрабатывает структурные, функциональные и принципиальные схемы для биотехнических систем и их компонентов	знать: - возможности по обработке результатов компьютерного математического моделирования сигналов по типовым методикам и базовым алгоритмам цифровой обработки сигналов, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ..  уметь: - выполнять моделирование комплексных сигналов с использованием программ математического и схемотехнического моделирования; - выполнять моделирование структурных схем комплексных цифровых фильтров с использованием программ математического и схемотехнического моделирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехника в биотехнических и медицинских аппаратах и системах (далее – ОПОП), направления подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать – этапы преобразования аналогового сигнала в цифровой; основы Z-преобразования
- знать базовые понятия цифровой фильтрации
- знать причины возникновения погрешностей при цифровой обработке сигналов
- знать правила составления разностных уравнений по структурной схеме цифрового фильтра
- уметь рассчитывать вещественные цифровые БИХ-фильтры методом обобщенного билинейного преобразования
- уметь рассчитывать вещественные цифровые КИХ-фильтры методом взвешивания
- уметь владеть навыками аналитического расчета АЧХ, импульсных и переходных характеристик вещественных цифровых фильтров
- уметь владеть методами схемотехнического моделирования вещественных цифровых фильтров

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	Дискретные вещественные и комплексные последовательности	24.0	3	2.0	-	2.0	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Подготовка к контрольной работе № 1 «Дискретные комплексные последовательности»</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 4-7 [4], 4-10</p>	
1.1	Вещественные и комплексные дискретные последовательности.	12		1	-	1	-	-	-	-	-	10	-		
1.2	Z-форма и расчет спектра.	6.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	5	-		
1.3	Перенос и инверсия спектра	6.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	5	-		
2	Дискретное преобразование Фурье	24		2	-	2	-	-	-	-	-	20	-		<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Подготовка к контрольной работе № 2 «Спектры дискретных комплексных последовательностей»</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 143-152 [2], 63-132 [7], 28-30</p>
2.1	Дискретное преобразование Фурье	24		2	-	2	-	-	-	-	-	20	-		
3	Расчет вещественных и комплексных БИХ-фильтров	24	4	-	4	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Подготовка к контрольной работе № 3 «Расчет комплексных БИХ-фильтров»</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 14-40 [4], 17-26</p>		
3.1	Расчет вещественных и комплексных БИХ-фильтров методом обобщенного	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-			

	билинейного преобразования в сочетании с методом смещения по частоте.											[5], 125-149 [6], 115-118
3.2	Метод комплексной задержки.	6	1	-	1	-	-	-	-	-	4	-
3.3	Метод комплексной арифметики	6	1	-	1	-	-	-	-	-	4	-
4	Расчет вещественных и комплексных КИХ-фильтров	24	4	-	4	-	-	-	-	-	16	-
4.1	Расчет вещественных и комплексных КИХ-фильтров методом взвешивания.	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-
4.2	Расчет комплексных КИХ-фильтров методом комплексной задержки.	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-
5	Децимация и интерполяция	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-
5.1	Децимация и интерполяция	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-
6	Полифазные фильтры	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-
6.1	Полифазные фильтры-дециматоры и полифазные фильтры-интерполяторы	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5
	Всего за семестр	144.0	16.0	-	16.0	-	2	-	-	0.5	76	33.5
	Итого за семестр	144.0	16.0	-	16.0	2	-	-	0.5	109.5		

**Подготовка к контрольной работе:**  
Подготовка к контрольной работе № 4 «Расчет комплексных КИХ-фильтров»  
**Изучение материалов литературных источников:**  
[3], 40-47  
[4], 32-39  
[5], 163-168

**Подготовка к контрольной работе:**  
Подготовка к контрольной работе № 5 «Децимация и интерполяция»  
**Изучение материалов литературных источников:**  
[1], 629-639  
[2], 381-391

**Подготовка к практическим занятиям:**  
Изучение материала по разделу "Полифазные фильтры" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях  
**Изучение материалов литературных источников:**  
[2], 391-397

**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. Дискретные вещественные и комплексные последовательности

1.1. Вещественные и комплексные дискретные последовательности.

Вещественные и комплексные дискретные последовательности..

1.2. Z-форма и расчет спектра.

Применение Z-преобразования в обработке сигналов.. Свойства Z-преобразования.. Z-форма дискретной последовательности конечной длительности.. Периодическая дискретная последовательность..

1.3. Перенос и инверсия спектра

Нахождение спектра дискретной последовательности по Z-форме.. Свойства спектра дискретных вещественных и комплексных последовательностей.. Перенос и инверсия спектра.

#### 2. Дискретное преобразование Фурье

2.1. Дискретное преобразование Фурье

Дискретное преобразование Фурье (ДПФ).. Методы повышения разрешающей способности.. Матрицы преобразования 4-го и 8-го порядков.. Свойства элементов матриц преобразования.. Использование ДПФ для фильтрации сигналов.. Формирование многочастотных сигналов с помощью обратного ДПФ.. Перенос и инверсия спектра с помощью ДПФ.

#### 3. Расчет вещественных и комплексных БИХ-фильтров

3.1. Расчет вещественных и комплексных БИХ-фильтров методом обобщенного билинейного преобразования в сочетании с методом смещения по частоте.

Расчет комплексных фильтров БИХ-фильтров методом обобщенного билинейного преобразования в сочетании с методом смещения частотных характеристик.. Реализация комплексных фильтров с использованием преобразования передаточной функции..

3.2. Метод комплексной задержки.

Расчет комплексных фильтров БИХ-фильтров методом обобщенного билинейного преобразования в сочетании с методом комплексной задержки..

3.3. Метод комплексной арифметики

Реализация комплексных БИХ-фильтров с использованием комплексной арифметики..

#### 4. Расчет вещественных и комплексных КИХ-фильтров

4.1. Расчет вещественных и комплексных КИХ-фильтров методом взвешивания.

КИХ-фильтры скользящего среднего. Формы реализации. Каскадирование.. Комплексные КИХ-фильтры скользящего среднего.. Расчет вещественных и комплексных КИХ-фильтров методом взвешивания..

4.2. Расчет комплексных КИХ-фильтров методом комплексной задержки.

Расчет комплексных КИХ-фильтров методом комплексной задержки..

## 5. Децимация и интерполяция

### 5.1. Децимация и интерполяция

Децимация. Интерполяция. Изменение частоты дискретизации в дробное число раз.

## 6. Полифазные фильтры

### 6.1. Полифазные фильтры-дециматоры и полифазные фильтры-интерполяторы

Полифазные фильтры-дециматоры. Полифазные фильтры-интерполяторы.

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

1. 6. Полифазные фильтры. (2 часа);
2. 5. Децимация и интерполяция. (2 часа);
3. 4. Расчет вещественных и комплексных КИХ-фильтров методом взвешивания. (6 часов);
4. 3. Расчет вещественных и комплексных БИХ-фильтров. (4 часа);
5. 2. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). (2 часа);
6. 1. Вещественные и комплексные дискретные последовательности. Z-форма и расчет спектра. Перенос и инверсия спектра. (2 часа).

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **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	6	
<b>Знать:</b>								
общие принципы анализа и обработки дискретных сигналов в цифровых системах	ИД-3ПК-1		+	+				Контрольная работа/Итоговая контрольная работа Контрольная работа/Контрольная работа № 1 «Дискретные комплексные последовательности» Контрольная работа/Контрольная работа № 2 «Спектры дискретных комплексных последовательностей»
понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	ИД-3ПК-1					+	+	Контрольная работа/Контрольная работа № 5 «Децимация и интерполяция»
возможности по обработке результатов компьютерного математического моделирования сигналов по типовым методикам и базовым алгоритмам цифровой обработки сигналов, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.	ИД-1ПК-2			+	+			Контрольная работа/Итоговая контрольная работа Контрольная работа/Контрольная работа № 3 «Расчет комплексных БИХ-фильтров» Контрольная работа/Контрольная работа № 4 «Расчет комплексных КИХ-фильтров»
<b>Уметь:</b>								
самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области цифровой обработки сигналов	ИД-3ПК-1					+	+	Контрольная работа/Контрольная работа № 5 «Децимация и интерполяция»
выполнять моделирование структурных схем комплексных цифровых фильтров с использованием программ	ИД-1ПК-2			+	+			Контрольная работа/Итоговая контрольная работа

математического и схемотехнического моделирования							<p>Контрольная работа/Контрольная работа № 3 «Расчет комплексных БИХ-фильтров»</p> <p>Контрольная работа/Контрольная работа № 4 «Расчет комплексных КИХ-фильтров»</p>
выполнять моделирование комплексных сигналов с использованием программ математического и схемотехнического моделирования	ИД-1ПК-2	+	+				<p>Контрольная работа/Итоговая контрольная работа</p> <p>Контрольная работа/Контрольная работа № 1 «Дискретные комплексные последовательности»</p> <p>Контрольная работа/Контрольная работа № 2 «Спектры дискретных комплексных последовательностей»</p>

## **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: Билеты (письменный опрос)

1. Итоговая контрольная работа (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1 «Дискретные комплексные последовательности» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2 «Спектры дискретных комплексных последовательностей» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа № 3 «Расчет комплексных БИХ-фильтров» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа № 4 «Расчет комплексных КИХ-фильтров» (Контрольная работа)
5. Контрольная работа № 5 «Децимация и интерполяция» (Контрольная работа)

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 аттестационной 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. 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 .;
2. Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов : пер. с англ. / Р. Лайонс . – 2-е изд . – М. : Бином-Пресс, 2006 . – 656 с. - ISBN 5-9518014-9-4 .;
3. Гребенко, Ю. А. Методы цифровой обработки сигналов в радиоприемных устройствах : учебное пособие по курсам "Методы и устройства цифровой обработки сигналов" и "Радиоприемные устройства" по направлению "Радиотехника" / Ю. А. Гребенко, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 48 с. - ISBN 5-903072-46-1 .;
4. Гребенко, Ю. А. Комплексные сигналы и фильтры : учебное пособие по курсу "Методы и устройства цифровой обработки сигналов" по направлению магистратуры 11.04.01 "Радиотехника" / Ю. А. Гребенко, С. В. Архипова, Р. И. Поляк, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 60 с. - ISBN 978-5-7046-2141-6 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10761](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10761);
5. Гребенко, Ю. А. Однородные устройства обработки сигналов / Ю. А. Гребенко . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 184 с. - ISBN 978-5-383-00330-5 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=285](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=285);

6. Оппенгейм А., Шафер Р.- "Цифровая обработка сигналов", (3-е изд., испр.), Издательство: "Техносфера", Москва, 2012 - (1048 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=73524](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73524);

7. Д. В. Сперанский, Ю. А. Скобцов, В. Ю. Скобцов- "Моделирование, тестирование и диагностика цифровых устройств", (2-е изд., испр.), Издательство: "Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»", Москва, 2016 - (535 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429075>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Micro-Cap.

## 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 Scopus - <http://www.scopus.com>
5. 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
	А-402, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-420/4, Компьютерно-вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, компьютер персональный
	Е-420/6, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-420/4, Компьютерно-вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, компьютер персональный
	Е-420/6, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, компьютер персональный

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
	НТБ-301, Учебная аудитория кафедры "БИТ"	парта, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
Помещения для консультирования	Е-420/3, Кабинет сотрудников	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для одежды, компьютер персональный, принтер, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-420/1, Помещение кафедры ФОРС	стеллаж

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Методы и устройства цифровой обработки сигналов

(название дисциплины)

#### 3 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа № 1 «Дискретные комплексные последовательности» (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа № 2 «Спектры дискретных комплексных последовательностей» (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа № 3 «Расчет комплексных БИХ-фильтров» (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа № 4 «Расчет комплексных КИХ-фильтров» (Контрольная работа)
- КМ-5 Контрольная работа № 5 «Децимация и интерполяция» (Контрольная работа)
- КМ-6 Итоговая контрольная работа (Контрольная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	2	6	8	10	13	15
1	Дискретные вещественные и комплексные последовательности							
1.1	Вещественные и комплексные дискретные последовательности.		+	+				+
1.2	Z-форма и расчет спектра.		+	+				+
1.3	Перенос и инверсия спектра		+	+				+
2	Дискретное преобразование Фурье							
2.1	Дискретное преобразование Фурье		+	+				+
3	Расчет вещественных и комплексных БИХ-фильтров							
3.1	Расчет вещественных и комплексных БИХ-фильтров методом обобщенного билинейного преобразования в сочетании с методом смещения по частоте.				+	+		+
3.2	Метод комплексной задержки.				+	+		+
3.3	Метод комплексной арифметики				+	+		+
4	Расчет вещественных и комплексных КИХ-фильтров							
4.1	Расчет вещественных и комплексных КИХ-фильтров методом взвешивания.				+	+		+

4.2	Расчет комплексных КИХ-фильтров методом комплексной задержки.			+	+		+
5	Децимация и интерполяция						
5.1	Децимация и интерполяция					+	
6	Полифазные фильтры						
6.1	Полифазные фильтры-дециматоры и полифазные фильтры-интерполяторы					+	
Вес КМ, %:		10	20	20	20	10	20