

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института естествознания и стандартизации



И.Ю. Мезин

« 25 » сентября 2017 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле

Направление подготовки  
12.03.01 Приборостроение

Профиль программы  
Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения  
Очная

Институт  
Кафедра  
Курс  
Семестр

Естествознания и стандартизации  
Физики  
4  
7, 8

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом МОиН РФ от 03.09.2015 г. № 959.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики

« 1 » сентября 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / Ю.И. Савченко /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации

« 25 » сентября 2017 г., протокол № 1.

Председатель  / И.Ю. Мезин /

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры физики, к.ф.-м.н

 / В.К. Белов /

Рецензент:  
Профессор кафедры ВТиП, доктор технических наук, профессор

 / И.М. Ячиков /



## **1 Цели освоения дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является освоение учащимися одним из основных разделов цифровой обработки сигналов: "Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле".

Задачами изучения данной дисциплины являются. Приобретение представлений об области использования современных методов цифровой обработки сигналов и изображений в технике и науке.

Овладение методами генерирования различных 2Ддетерминированных и случайных сигналов. Определение функциональных характеристик сигналов и их точечных оценок: 1) функция распределения ординат сигнала; 2) автокорреляционная функция; 3) энергетический спектр сигнала; 4) вейвлетные спектры; 5) фрактальные характеристики сигнала. Оценка точности определения этих характеристик. Уверенное овладение методами компьютерной математики для осуществления операции свёртки и использования различных окон и фильтров для анализа сигналов.

Овладение методами геометрические преобразования 3D растровых изображений, различными методами фильтрации изображений. Определение параметров объектов RGB изображения (площадей, радиусов, эксцентриситетов объектов и построение гистограммы их распределения, определение числа объектов, определение отношения суммарной площади объектов к площади кадра)

Демонстрация этих умений при курсовом и дипломном проектировании систем по обнаружению и фильтрации сигналов.

## **2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра**

Дисциплина "Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле" входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы по направлению подготовки «Приборостроение» профиля "Приборы и методы контроля качества и диагностики".

Для изучения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные в результате изучения дисциплин: «физика», «математика», «информатика и информационные технологии», «физические основы получения информации», «метрология и средства измерений», «основы проектирования приборов и систем», «обработка экспериментальных данных на ЭВМ».

Знания, умения, навыки, полученные при изучении данной дисциплины, будут необходимы при разработке новых и использовании существующих средств неразрушающего контроля и диагностики. В эпоху цифровых технологий и активного использования компьютерной математики знания и умения в этой области следует считать базовыми для специалистов приборостроения "Приборы и методы контроля качества и диагностики".

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) "Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле" и планируемые результаты обучения"**

В результате освоения дисциплины "Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле" обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-2 Готовностью к математическому моделированию процессов и объектов приборостроения и их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Роль и задачи цифровой обработки сигналов</li> <li>• Программное обеспечение по проектированию различных цифровых фильтров.</li> <li>• Современные приёмы обработки сложных сигналов и изображений</li> </ul>
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определять функциональные характеристики сигналов и оценивать точность их определения</li> <li>• Проектировать различные цифровые фильтры по регламентированным характеристикам.</li> <li>• Разрабатывать программные продукты по фильтрации и сжатию информационных потоков.</li> </ul>
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Компьютерными навыками разработки программ по спектральному анализу и проектированию фильтров.</li> <li>• Практическими навыками создания программных продуктов по моделированию различных сигналов и методами их фильтрации</li> <li>• Практическими навыками подсоединения современной аппаратуры к компьютерным системам.</li> </ul>
<b>ПК-3 Способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике</b>	
Знать	MATLAB 16 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Signal Processing Toolbox;</li> <li>• Statistics Toolbox</li> <li>• Control System Toolbox</li> <li>• Wavelet Toolbox</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разрабатывать простейшие программные продукты по обнаружению дефектных неоднородностей в сигнале</li> <li>• Разрабатывать простейшие программные продукты по обработке изображений.</li> <li>• Разрабатывать программные продукты по обнаружению дефектных неоднородностей с помощью вейвлет технологий</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практическими навыками создания программного продукта по обнаружению и фильтрации 2D сигналов в неразрушающем контроле</li> <li>• Практическими навыками создания программного продукта по обнаружению и фильтрации 3D сигналов в неразрушающем контроле</li> <li>• Практическими навыками создания программного продукта по обнаружению и фильтрации 4D сигналов в неразрушающем контроле</li> </ul>

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 124,2 акад. часов:
  - аудиторная – 120 акад. часов;
  - внеаудиторная – 4,2 акад. часов
- самостоятельная работа – 127,8 акад. часов;
- форма контроля – зачёт, зачет с оценкой, курсовая работа

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>1. Классические представления о сигнале.</b> 1.1 Определение сигнала, как функции времени и пространственных координат. 1.2 Формула Тейлора для разложения сигнала в точке. 1.3 Фазовые портреты сигналов. 1.4 Особые точки фазового портрета. Понятия об устойчивых состояниях.	7	2	2		7	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ
<b>2. Начальные представления о DSP.</b> 2.1 а) Дискретизация сигнала. Шаг дискретизации. Частота Найквиста. б) Квантование сигнала. Шаг квантования. с) Определение цифрового сигнала. 2.2 Области применения цифровой обработки сигналов. Примеры применения DSP. 2.3 Достоинства и недостатки DSP	7	2	2		7	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ
<b>3. Моделирование гармонических сигналов.</b> 3.1 Три математические модели сигналов: детерминированные, случайные, фрактальные. 3.2 Генерирование гармонических сигналов. Характеристики гармо-	7	2	2		7	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента препода-	ПК-2,3-зுவ

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<p>нических сигналов.</p> <p>3.3 Генерирование модулированных сигналов</p> <p>3.3.1 Генерирование амплитудно-модулированных сигналов. Использование этих сигналов в технике.</p> <p>3.3.2 Генерирование частотно-модулированных сигналов. Использование этих сигналов в технике.</p> <p>2.3.3 Генерация фазово-модулированных сигналов. Использование этих сигналов в технике.</p>						вателем		
<p><b>4. Моноимпульсы</b></p> <p>4.1 Три математические модели сигналов: детерминированные, случайные, фрактальные.</p> <p>4.2 Виды моноимпульсов.</p> <p>4.3 Характеристики моноимпульсов.</p> <p>4.4 Генерирование моноимпульсов.</p>	7	2	2		7	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зув
<p><b>5. Манипуляция сигналов.</b></p> <p>5.1 Генерирование манипулированных сигналов. Характеристики манипулированных сигналов.</p> <p>5.2 Генерирование амплитудно-манипулированных сигналов. Использование этих сигналов в технике.</p> <p>5.3 Генерирование частотно-манипулированных сигналов. Использование этих сигналов в технике.</p> <p>5.4 Генерирование сигналов при широтно-импульсной модуляции</p>	7	2	2		7	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зув
<p><b>6. Свёртка.</b></p> <p>6.1 Линейная свертка. Примеры.</p> <p>6.2 Круговая свертка. Примеры.</p> <p>6.3 Секционная свёртка. Примеры</p>	7	2	2		7	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента препода-	ПК-2,3-зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
6.4 Свойства свёртки.							вателем	
<b>8. Функция распределения ординат сигнала- ADF .</b> 8.1 Определение функции распределения ординат сигнала в виде нормированной гистограммы. 8.2 Цифровые оценки гистограммы по центральным моментам: а) среднему значению $\langle z \rangle$ ; б) среднему квадратическому распределению $S_x$ ; в) коэффициенту асимметрии $A$ ; г) коэффициенту эксцесса $E$ . 8.3 О систематической и случайной ошибках при построении гистограмм по $f(z)$ . Примеры.	7	2	2		7	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зув
<b>9 Автокорреляционная функция - ACF.</b> 9.1 Определение автокорреляционной функция с помощью операции свёртки. 9.2 Точечные оценки ACF – интервал корреляции $\tau$ . 9.3 Погрешности при определении ACF.	7	2	2		7	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зув
<b>10.Ряды ФУРЬЕ</b> 10.1 Интегральные преобразования 10.2 Ортогональные базисы функций 10.3 О частотах и числе слагаемых в ряду Фурье 10.4 Определение коэффициентов ряда Фурье 10.5 Использование рядов Фурье в науке и технике.	7	2	2		7	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зув
<b>11. Преобразование ФУРЬЕ</b> 11.1 Преобразование ФУРЬЕ как интегральное преобразование с базисными тригонометрическими функциями 11.2 Свойства преобразования Фурье: а) линейность	7	3	3		7	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
б) сдвиг во времени в преобразование Фурье с) изменение масштаба времени в преобразование Фурье d) дифференцирование функции и преобразование Фурье e) интегрирование функции и преобразование Фурье f) спектр свертки двух функций, теорема о свертке. g) спектр произведения двух функций, теорема о свертке.								
<b>12. Дискретное преобразование Фурье</b> 12.1 Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье 12.2 Оконное преобразование Фурье 12.3 Быстрое преобразование Фурье 12.4 Области применения преобразования Фурье	7	3	3		7	Создание программного продукта по теме занятия	Проверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ
<b>13. Функция спектральной мощности - PSD.</b> 13.1 Определение функции спектральной мощности с помощью операции свёртки. 13.2 Точечные оценки PSD – эффективная ширина спектра $\Delta f$ . 13.3 Погрешности при определении PSD .	7	3	3		7	Создание программного продукта по теме занятия	Проверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ
<b>14. О связи ACF и PSD</b> 14.1 О связи ACF и PSD-формула Хинчина – Винера. 14.2 О связи $\tau$ и $\Delta f$ – соотношение неопределённости. 14.3 Об эффективности оценки детерминированных и случайных сигналов с помощью ACF и PSD	7	3	3		7	Создание программного продукта по теме занятия	Проверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ
<b>15. Спектральный анализ</b> 15.1 Функция спектральной плотности мощности PSD. 15.2 Определение спектра мощности PSD по дискретному преобразованию Фурье. Периодограммы. 15.3 Главный вопрос при построении периодограмм: "Какой длины должны быть сегменты?"	7	3	3		7	Создание программного продукта по теме занятия	Проверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>16 Непараметрические методы спектрального анализа</b> 16.1 Модифицированные периодограммы 16.2 Периодограммы Welch 16.3 Периодограммы Tomson 16.4 Спектрограмма и её использование в технике <b>16а Фрактальные характеристики сигнала.</b> Фрактальная структура сигнала. Сечения Пуанкаре. Определение 2D и 3D фрактальной размерности во временном и частотном представлении. Об эффективности оценки фрактальных характеристик.	7	3	3		8,1	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ
<b>Итого по разделу</b>	<b>7</b>	<b>18</b>	<b>36</b>		<b>106,1</b>		<b>Зачёт</b>	
<b>17. Линейные и нелинейные системы.</b> 17.1 Свойства линейных систем (однородность, аддитивность, сдвиговая инвариантность, статическая линейность, синусоидальная воспроизводимость). 17.2 Примеры линейных и нелинейных систем. 17.3 Примеры преобразования нелинейной системы в линейную.	8	2	2		1	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ
<b>18 . Преобразования в дискретных линейных системах</b> 18.1 Импульсная характеристика (весовая функция) $h(t)$ и преобразование во временной области 18.2 Коэффициент передачи $H$ и преобразование в частотной области 18.3 Достоинства и недостатки преобразований во временной и частотной областях.	8	2	2		1	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ
<b>19. Характеристики фильтров</b> 19.1 Классические фильтры низких, высоких частот, полосовые и режекторные фильтры. 19.2 Идеальные фильтры и их характеристики. 19.3 Цифровые фильтры и их характеристики	8	2	2		2	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>20. Проектирование КИХ фильтров.</b> 20.1 Какой фильтр относится к классу КИХ фильтров? 20.2 Проектирование КИХ фильтров с помощью окон 20.3 Определение амплитудно-частотной характеристики КИХ фильтров	8	2	2		2	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ
<b>21. Вейвлеты</b> 21.1 Материнский вейвлет $\psi(t)$ (motherwavelet) 21.2 Семейство вейвлетов (waveletfamily) 21.3 Вейвлетная операция расширения (dilation) 21.4 Вейвлетная операция трансляции (translation) 21.5 Вейвлет-преобразование (wavelettransform) 21.6 Кратномасштабный анализ	8	2	2		2	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ
<b>22. Вейвлет фильтрация.</b> 22.1 Вейвлет-функция $\psi$ - $\psi(t)$ и скейлинг-функция $\phi$ - $\phi(t)$ 22.2 Проектирование вейвлетных фильтров 22.3 Вейвлетные фильтры для очистки от шума	8	2	2		2	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ
<b>23 Растровые изображения.</b> 23.1 Пиксель. Оптимальные размеры изображения. 23.2 Типы изображений (бинарные, полутоновые, палитровые, RGB) 23.3 Уровни интенсивности пикселей (глубина цвета) 23.4 Цветовое пространство - CIE XYZ — 3-компонентная цветовая модель RGB 23.5 Разрешение изображения. Миры. 23.6 Основные качественные характеристики фото и кино аппаратуры	8	2	2		2	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>24 Характеристики уровней интенсивностей пикселей</b> 24.1 Создание тестового RGB и полутонового изображения 24.2 Гистограмма интенсивности пикселей и её цифровые оценки (среднее, среднее квадратическое отклонение, энтропия интенсивности пикселей) 24.3 Профили интенсивности	8	2	2		2	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ
<b>25 Преобразование изображений</b> 25.1 Геометрические преобразования изображений (Установка осей.Вырезка фрагмента. Изменение размеров пикселей. Интерполяция. Поворот изображения) 25.2 Улучшение визуального качества изображений (.Изменение яркости изображения. Выравнивание гистограммы. Изменение распределения интенсивности пикселей. Повышение резкости)	8	2	2		2	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ
<b>26 Фильтрация изображений</b> 26.1 Тестовые зашумленные изображения 26.2 Виды масок для фильтрации изображений 26.3 Фильтрация как свёртка матриц изображения и маски фильтра.	8	2	2		2	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ
<b>27 Специфические виды фильтрации изображений</b> 27.1 Медианная фильтрация 27.2 Ранговая фильтрация 27.3 Адаптивная фильтрация Винера	8	2	2		2	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента преподавателем	ПК-2,3-зுவ
<b>28 Определение параметров объектов RGB изображения</b> а) площадей и построение гистограммы их распределения б) радиусов и построение гистограммы их распределения радиусов с) эксцентриситетов и построение гистограммы их распределения	8	2	2		1,7	Создание программного продукта по теме занятия	Поверка программного продукта студента препода-	ПК-2,3-зுவ

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
d) определение числа объектов е) определение отношения суммарной площади объектов к площади кадра							вателем	
<b>Итого по разделу</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>21,7</b>		<b>зачет с оценкой, курсовая работа</b>	
<b>Итого по разделу</b>	<b>7, 8</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>-</b>	<b>127,8</b>		<b>зачёт, зачет с оценкой курсовая работа</b>	

## 5 Образовательные и информационные технологии

Результат освоения дисциплины «Обнаружение и фильтрация сигналов» – формирование у студентов компетенций ПК-2, ПК-3, представляющих собой динамичную совокупность знаний, умений и навыков, которую студент может продемонстрировать после завершения данной части образовательной программы.

Для формирования этих компетенций и реализации предусмотренных видов учебной работы, в учебном процессе в качестве образовательных технологий используются **традиционная и модульно-компетентностная** технологии.

Учебные занятия проводятся в виде:

### 1) лекций:

- *обзорных* – для систематизации и закрепления знаний по дисциплине
- *информационных* – для ознакомления со стандартами и справочной информацией
- *проблемных* – для развития исследовательских навыков и изучения способов решения задач.

Лекции проводятся в поточных аудиториях с применением демонстраций, компьютерных симуляций и компьютерных презентаций.

### 2) Лабораторных работ

В течение лабораторного практикума студент выполняет работы по изучению и выполнению заданий по составлению алгоритмов и написанию программ. Частично данные предоставляются преподавателем, частично – подготавливаются студентами во время самостоятельной работы. Студенты разделены на бригады не более 4-х человек. Перед началом выполнения лабораторной работы преподаватель должен проверить домашнюю подготовку студента. Далее преподаватель объясняет, каким инструментарием используемого программного пакета необходимо воспользоваться, указывает на наиболее эффективные методы обработки изучаемого типа данных. Студенты выполняют программирование, делают выводы.

В процессе обучения используются Учебно-Вычислительный Центр МГТУ, универсальная интегрированная система компьютерной математики MATLAB (в базовой комплектации).

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

### Подготовка к лабораторным работам

Данный вид самостоятельной работы предполагает самостоятельную проработку обучающимся методического описания лабораторных работ.

После проведения компьютерного эксперимента обучающийся на основании методического описания лабораторной работы самостоятельно проводит обработку данных и готовит отчет по работе.

*Примерные требования к отчету по лабораторным работам:*

В отчет по лабораторной работе должны быть включены следующие пункты:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- описание математической модели исследуемого поля;
- результаты компьютерного эксперимента;
- анализ результатов работы;
- выводы.

*Требования к содержанию отдельных частей отчета в лабораторной работе:*

*Описание математической модели исследуемого поля.* В данном разделе необходимо описать полную систему физико-математических уравнений, моделирующих исследуемое поле.

*Результаты компьютерного эксперимента.* В этом разделе приводятся непосредственно результаты, полученные в результате компьютерного моделирования определенные (значения величин, графики, таблицы, диаграммы). Обязательно необходимо оценить область применимости полученных результатов.

*Анализ результатов работы.* Раздел отчета должен содержать подробный анализ полученных результатов, интерпретацию этих результатов на основе физических законов. Следует сравнить полученные результаты с известными литературными данными, обсудить их соответствие существующим теоретическим моделям. Если обнаружено несоответствие полученных результатов и теоретических расчетов или литературных данных, необходимо обсудить возможные причины этих несоответствий.

*Вывод.* В выводе кратко излагаются результаты работы, их зависимости от условий или выбранной расчетной модели, указывается их соответствие или несоответствие физическим законам и теоретическим моделям, возможные причины несоответствия.

### **Подготовка к курсовой работе**

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся на выбор перечень тем курсовых работ. Обучающийся самостоятельно выбирает тему курсовой работы. Совпадение тем курсовых работ у студентов одной учебной группы не допускается.

После выбора темы преподаватель формулирует задание по курсовой работе и рекомендует перечень литературы для ее выполнения. Исключительно важным является использование информационных источников, а именно системы «Интернет», что даст возможность обучающимся более полно изложить материал по выбранной им теме.

В процессе написания курсовой работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Курсовая работа должна содержать введение с постановкой поставленной задачи. Затем следует презентация с рассмотрением областей применимости данной цифровой технологии.

По индивидуальному заданию в графическом интерфейсе GUI в среде MATLAB создается генератор тестовых сигналов автоматическим определением его функциональных характеристики их точечных оценок.

Следующая часть курсовой работы содержит проектирование фильтров для выделения из зашумленного сигнала необходимой информации.

В заключении указывается тестовый курсовой работы, которые можно отнести к понятию новизны научной или технологической работы.

Работа заканчивается приложением в виде листинга программ и списка использованных источников

Преподаватель, проверив работу, может вернуть ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.

Курсовая работа должна быть оформлена в соответствии с СМК-О-СМГТУ-42-09 «Курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

### Перечень тем лабораторных занятий

7 семестр	
1	Генерирование периодических, гармонических, полигармонических сигналов,, сигналов при амплитудной, частотной и фазовой модуляции, сигналов при амплитудной, частотной манипуляцией, импульсных сигналов
2	Построение гистограмм распределения ординат сигнала и определение её точечных характеристик.
3	Построение автокорреляционной функции сигнала и определение её точечных характеристик.
4	Построение функции спектральной плотности мощности сигнала и определение её точечных характеристик.
5	Прямое и обратное Фурье преобразование сигнала
6	Спектральный анализ сигналов. Модифицированные периодограммы, Периодограммы Welch. Периодограммы Tomson
7	Создание тестового сигнала из двух гармоник, импульсного сигнала и шума.
8	Работа с интерфейсом в GUI. Создание интерфейса для моделирования тестового сигнала
9	Проектирование вейвлетного фильтра для очистки от шума
10	Проектирование КИХ фильтров для фильтрации тестового сигнала
8 семестр	
1	Моделирование двумерных сигналов. Построение гистограмм, корреляционных функций и спектральных функций двумерных сигналов
2	Создание тестового RGB и полутонового изображения Построение гистограмм интенсивности пикселей и её цифровые оценки (среднее, среднее квадратическое отклонение, энтропия интенсивности пикселей) Определение профилей интенсивности
3	Геометрические преобразования изображений (Установка осей.Вырезка фрагмента. Изменение размеров пикселей. Интерполяция. Поворот изображения) Улучшение визуального качества изображений (.Изменение яркости изображения Выравнивание гистограммы. Изменение распределения интенсивности пикселей. Повышение резкости)
4	Использование двумерных фильтров для обработки изображений (Медианная фильтрация Ранговая фильтрация Адаптивная фильтрация ВинераВейвлетные фильтры для компрессии и очистки от шума.)
5	Определение параметров объектов RGB изображения а) площадей и построение гистограммы их распределения б) радиусов и построение гистограммы их распределения радиусов с) эксцентриситетов и построение гистограммы их распределения д) определение числа объектов е) определение отношения суммарной площади объектов к площади кадра

### Перечень вопросов для подготовки к лабораторным занятиям:

7 семестр

1. Определение сигнала. Определение цифрового сигнала. Области применения цифровой обработки сигналов-DSP. Достоинства и недостатки DSP.
2. Классификация сигналов. Математические модели сигналов (детерминированный, случайный, фрактальный). Примеры детерминированных сигналов (периодические, гармо-

- нические, полигармонические сигналы, сигналы при амплитудной, частотной и фазовой модуляции, сигналы при амплитудной, частотной манипуляцией, импульсные сигналы).
3. Классификация сигналов. Математические модели сигналов (детерминированный, случайный, фрактальный). Примеры случайных сигналов с разными функциями распределения высот неровностей, с разными корреляционными функциями. Примеры фрактальных сигналов с разной фрактальной размерностью.
  4. Гистограмма относительных частот-ADF и её точечные характеристики среднее арифметическое значение; 1) среднеквадратическое отклонение выборки; 2) коэффициент асимметрии; 3) коэффициент эксцесса. Оценка погрешности определения ADF (систематическая и случайная ошибка).
  5. Автокорреляционные функции ACF и её точечная характеристика (корреляционный интервал). Свойства ACF: Операция определения ACF корреляционной функции, как - операция свёртки. Стационарные и эргодические случайные процессы. Какие процессы или сигналы наиболее эффективно описывает ACF? Сегментация сигнала и погрешности определения ACF.
  6. Интегральные преобразования. Ортогональность функций. Об ортогональности тригонометрических функций. Об ортогональности экспоненциальных функций. Ряд Фурье. О частотах и числе слагаемых в ряду Фурье.
  7. Преобразование Фурье. Оригинал и образ в преобразовании Фурье. Теорема Планшереля. Свойства преобразования Фурье. Линейность, сдвиг, изменения масштаба времени, дифференцирование функции, интегрирование функции, спектр свертки двух функций. Теорема о свертке. Связь преобразования Фурье с рядами Фурье
  8. Дискретное преобразование Фурье. Оконное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Области применения преобразования Фурье.
  9. Спектральный анализ сигналов. Функция спектральной плотности мощности PSD. Погрешность при определении PSD. Компромисс между погрешностью спектральной оценки и разрешением спектральных линий. Определение спектра мощности PSD по дискретному преобразованию Фурье (Периодограммы). Непараметрические методы спектрального анализа. (Модифицированные периодограммы, Периодограммы Welch. Периодограммы Tomson). Главный вопрос при построении периодограмм: "Какой длины должны быть сегменты?"
  10. Определение линейных систем и их свойств (гомогенность аддитивность инвариантность, статическая линейность, неизменность гармонической природы сигнала). Свойства нескольких линейных систем (перестановки, блоки суммирования). Фундаментальная концепция DSP (разложение - синтез). Примеры линейных и нелинейных систем.

#### 8 семестр

1. Цифровые фильтры в неразрушающем контроле. Достоинства цифровой фильтрации. Импульсная характеристика и комплексная передаточная функция. Классификация фильтров (линейные КИХ и БИХ фильтры, 2D и 3D фильтры, нелинейные фильтры). Задание характеристик идеальных фильтров. Частоты среза. Задание характеристик реальных фильтров. Полоса перехода. Уровень пульсаций в полосе пропускания и в полосе ослабления. Достоинства и недостатки КИХ и БИХ фильтров.
2. Вейвлетные характеристики сигнала. Вейвлетная структура сигнала. Определение вейвлет-спектрограмм и их интерпретация. Вейвлет-обработка изображений. Об эффективности оценки детерминированных и случайных сигналов с помощью вейвлетных характеристик.

3. Фрактальные характеристики сигнала. Фрактальная структура сигнала. Сечения Пуанкаре. Определение 2D и 3D фрактальной размерности во временном и частотном представлении. Об эффективности оценки детерминированных и случайных сигналов с помощью фрактальных характеристик.
4. Типы растровых изображений. Уровни интенсивности пикселей (глубина цвета). Цветовое пространство - CIE XYZ — 3 -компонентная цветовая модель RGB. Разрешение изображения. Основные качественные характеристики фото и киноаппаратуры
5. Преобразование изображений. Установка осей. Вырезка фрагмента. Изменение размеров пикселей. Интерполяция. Поворот изображения. Изменение яркости изображения. Выравнивание гистограммы. Изменение распределения интенсивности пикселей. Повышение резкости.
6. Фильтрация как свёртка матриц изображения и маски фильтра. Медианная фильтрация Ранговая фильтрация. Адаптивная фильтрация Винера
7. Определение параметров объектов RGB изображения
  - а) площадей;б) радиусов;с) эксцентриситетов и построение гистограмм их распределения;д) определение числа объектов; определение отношения суммарной площади объектов к площади кадра.

### **Курсовая работа.**

Структура курсовой работы близка к формату научного исследования  
 Аналогичные задачи со своей спецификой решаются при разработке фильтров для изображений. Здесь решаются задачи распознавания изображений и их специфических свойств.

### **Перечень тем для курсовой работы:**

Курсовая работа состоит из 4 частей:

1. Моделирование сигналов и определение их функциональных характеристик;
2. Проектирование фильтра и определение функциональных характеристик до и после фильтрации;
3. Обработка сигналов с помощью вейвлет - преобразований;
4. Фильтрация двумерных сигналов (изображений) с помощью вейвлет-преобразований.

Каждому студенту выдаётся индивидуально задание, определяющее форму и характеристики детерминированной и случайной (шум) составляющей.

### **Структура индивидуального задания тестового сигнала**

*(Задание составляется из списка индивидуальных заданий к курсовой работе и лабораторным работам См.п.7)*

№ П/П	ФИО	Распределение	Импульс в форме вейвлета	Окно	Период (с) первой гармоники	Период (с) второй гармоники	Период(с) импульс сигнала
1							
2							

**Перечень тем для самостоятельной работы студентов**  
7 семестр

1. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *functions* *scatter* и *gplotmatrix* для представления статистических закономерностей.
2. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *normplot*, *qqplot*, *cdfplot*, *probplot* для проверки нормальности распределения.
3. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *pdf* — *Probability density functions* вид *Continuous Distributions (Data)*. Область применения данных *pdf*.
4. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *pdf* — *Probability density functions* вид *Continuous Distributions (Statistics)*. Область применения данных *pdf*.
5. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *pdf* — *Probability density functions* вид *Multivariate Distributions*. Область применения данных *pdf*.
6. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *Distribution Function*, *Probability Density Functions - Distribution Fitting Functions*.
7. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *Pearson and Johnson Systems*. Определения *mean*, *std*, *skewness*, *kurtosis* в MATLAB. Что характеризуют эти параметры *psd*?
8. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *Multivariate Modeling*.
9. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *Hypothesis Test* (Hypothesis Test Terminology)
10. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *Hypothesis Test* (*Assumptions, Example: Hypothesis Testing, Available Hypothesis Tests*-Таблица полностью, но, пример, только хи-квадрат)

8 семестр

1. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *ANOVA - Analysis of Covariance (Introduction, Analysis of Covariance Tool, Confidence Bounds, Multiple Comparisons)*, *MANOVA*
2. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *Linear Regression (Linear Regression Models, Multiple Linear Regression, Robust Regression)*
3. Использование функций MATLAB Statistics Toolbox *Cluster Analysis (Hierarchical Clustering, Gaussian Mixture Model)*
4. Использование функций MATLAB Signal Processing Toolbox (*Basic Signal Processing Concepts*)
5. Использование функций MATLAB Signal Processing Toolbox (*Design a Filter with *fdesign* and *filterbuilder**)
6. Использование функций MATLAB Signal Processing Toolbox (*Welch's method, Yule-Walker AR method*)

## 7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-2 Готовностью к математическому моделированию процессов и объектов приборостроения и их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Роль и задачи цифровой обработки сигналов</li> <li>• Программное обеспечение по проектированию различных цифровых фильтров.</li> <li>• Современные приёмы обработки сложных сигналов и изображений</li> </ul>	<p><b>Перечень тем и заданий для подготовки к зачету и зачету с оценкой: 7 семестр</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение сигнала. Определение цифрового сигнала. Области применения цифровой обработки сигналов-DSP. Достоинства и недостатки DSP.</li> <li>2. Классификация сигналов. Математические модели сигналов (детерминированный, случайный, фрактальный). Примеры детерминированных сигналов (периодические, гармонические, полигармонические сигналы, сигналы при амплитудной, частотной и фазовой модуляции, сигналы при амплитудной, частотной манипуляцией, импульсные сигналы).</li> <li>3. 3. Классификация сигналов. Математические модели сигналов (детерминированный, случайный, фрактальный). Примеры случайных сигналов с разными функциями распределения высот неровностей, с разными корреляционными функциями. Примеры фрактальных сигналов с разной фрактальной размерностью.</li> <li>4. Гистограмма относительных частот-ADF и её точечные характеристики: 1) среднее арифметическое значение; 2) среднее квадратическое отклонение выборки; 3) коэффициент асимметрии; 4) коэффициент эксцесса. Оценка погрешности определения ADF (систематическая и случайная ошибка).</li> <li>5. 5.Автокорреляционные функции ACF и её точечная характеристика (корреляционный интервал). Свойства ACF: Операция определения ACF корреляционной функции, как - операция свёртки. Стационарные и эргодические случайные процессы. Какие процессы или сиг-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>налы наиболее эффективно описывает ACF? Сегментация сигнала и погрешности определения ACF.</p> <p>6. Интегральные преобразования. Ортогональность функций. Об ортогональности тригонометрических функций. Об ортогональности экспоненциальных функций. Ряд Фурье. О частотах и числе слагаемых в ряду Фурье.</p> <p>7. Преобразование Фурье. Оригинал и образ в преобразовании Фурье. Теорема Планшереля. Свойства преобразования Фурье( Линейность, сдвиг, изменения масштаба времени, дифференцирование функции, интегрирование функции, спектр свертки двух функций.Теорема о свертке).Связь преобразования Фурье с рядами Фурье</p> <p>8. Дискретное преобразование Фурье. Оконное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Области применения преобразования Фурье.</p> <p>9. Спектральный анализ сигналов. Функция спектральной плотности мощности PSD. Погрешность при определении PSD. Компромисс между погрешностью спектральной оценки и разрешением спектральных линий. Определение спектра мощности PSD по дискретному преобразованию Фурье (Периодограммы). Непараметрические методы спектрального анализа. (Модифицированные периодограммы, Периодограммы Welch.Периодограммы Tomson). Главный вопрос при построении периодограмм: "Какой длины должны быть сегменты?"</p> <p>10. Определение линейных систем и их свойств (гомогенность аддитивность инвариантность, статическая линейность, неизменность гармонической природы сигнала). Свойства нескольких линейных систем (перестановки, блоки суммирования). Фундаментальная концепция DSP (разложение - синтез). Примеры линейных и нелинейных систем.</p> <p style="text-align: right;"><b>8 семестр</b></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цифровые фильтры в неразрушающем контроле.</li> <li>2. Достоинства цифровой фильтрации. Импульсная характеристика и комплексная передаточная функция. Классификация фильтров (линейные КИХ и БИХ фильтры, 2D и 3D фильтры, нелинейные фильтры). Задание характеристик идеальных фильтров. Частоты среза. Задание характеристик реальных фильтров. Полоса перехода. Уровень пульсаций в полосе пропускания и в полосе ослабления. Достоинства и недостатки КИХ и БИХ фильтров.</li> <li>3. Вейвлетные характеристики сигнала. Вейвлетная структура сигнала. Определение вейвлет-спектрограмм и их интерпретация. Вейвлет-обработка изображений. Об эффективности оценки детерминированных и случайных сигналов с помощью вейвлетных характеристик.</li> <li>4. Фрактальные характеристики сигнала. Фрактальная структура сигнала. Сечения Пуанкаре. Определение 2D и 3D фрактальной размерности во временном и частотном представлении. Об эффективности оценки детерминированных и случайных сигналов с помощью фрактальных характеристик.</li> <li>5. Типы растровых изображений. Уровни интенсивности пикселей (глубина цвета). Цветовое пространство - CIE XYZ — 3 - компонентная цветовая модель RGB. Разрешение изображения. Миры. Основные качественные характеристики фото и киноаппаратуры</li> <li>6. Фильтрация как свёртка матриц изображения и маски фильтра. Медианная фильтрация. Ранговая фильтрация. Адаптивная фильтрация Винера</li> </ol>
Уметь	– Определять функциональные характеристики сигналов и оценивать точность их определения	<p><b>Примерный вариант практической части зачета и зачета с оценкой 7 семестр</b></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																								
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Проектировать различные цифровые фильтры по регламентированным характеристикам.</li> <li>– Разрабатывать программные продукты по фильтрации и сжатию информационных потоков.</li> </ul>	<p>1. Для заданной выборки в MATLAB построить гистограмму относительных частот ADF и определить и её точечные характеристики. Оценить погрешность определения высоты столбцов ADF.</p> <table border="1" data-bbox="982 456 1948 532"> <tr> <td>0.84</td><td>2.90</td><td>0.02</td><td>-0.29</td><td>-1.37</td><td>0.18</td><td>-1.06</td><td>-1.07</td><td>-0.89</td><td>0.82</td> </tr> <tr> <td>-0.26</td><td>-0.85</td><td>-1.75</td><td>0.46</td><td>-1.03</td><td>0.10</td><td>1.60</td><td>0.93</td><td>1.38</td><td>-1.12</td> </tr> </table> <p>2. Для заданной выборки в MATLAB построить гистограмму относительных частот ADF и определить и её точечные характеристики. Оценить погрешность определения высоты столбцов ADF.</p> <table border="1" data-bbox="982 643 1948 719"> <tr> <td>0.55</td><td>-1.06</td><td>-0.29</td><td>2.53</td><td>-0.33</td><td>0.31</td><td>-0.23</td><td>-1.03</td><td>-0.30</td><td>-0.47</td> </tr> <tr> <td>-0.83</td><td>1.65</td><td>-0.55</td><td>1.13</td><td>-1.50</td><td>0.18</td><td>0.60</td><td>-0.27</td><td>-0.98</td><td>0.31</td> </tr> </table> <p>Привести распечатку листинга программы, график гистограммы и результаты вычислений.</p> <p style="text-align: center;"><b>8 семестр</b></p> <p>1. Пусть <math>z1=randn(1,100)</math>, <math>z2=[1\ 3\ 4\ 3\ 1]</math>, <math>z=conv(z1,z2)./sum(z2)</math>. Сделаем сегментацию сигнала <math>z</math> в MATLAB построить автокорреляционную функцию ACF сигнала <math>z</math> и определить корреляционный интервал. Оценить погрешность определения ACF. Привести распечатку листинга программы, график ACFи результаты вычислений</p> <p>2. Пусть <math>z1=randn(1,100)</math>, <math>z2=[1\ 1\ 5\ 1\ 1]</math>, <math>z=conv(z1,z2)./sum(z2)</math>. Сделаем сегментацию сигнала <math>z</math> в MATLAB построить автокорреляционную функцию ACF сигнала <math>z</math> и определить корреляционный интервал. Оценить погрешность определения ACF. Привести распечатку листинга программы, график ACFи результаты вычислений.</p> <p>3. Пусть <math>z1(k)=randn(1,k)+0.5*cos(pi*k/10)</math>. Определить спектр мощности PSD по дискретному преобразованию Фурье (Периодограммы), по непараметрическим методам спектрального анализа. (Модифицированные периодограммы, Периодограммы Welch.Периодограммы Tomson.). Привести распечатку листинга программы, график сигнала и графики 4</p>	0.84	2.90	0.02	-0.29	-1.37	0.18	-1.06	-1.07	-0.89	0.82	-0.26	-0.85	-1.75	0.46	-1.03	0.10	1.60	0.93	1.38	-1.12	0.55	-1.06	-0.29	2.53	-0.33	0.31	-0.23	-1.03	-0.30	-0.47	-0.83	1.65	-0.55	1.13	-1.50	0.18	0.60	-0.27	-0.98	0.31
0.84	2.90	0.02	-0.29	-1.37	0.18	-1.06	-1.07	-0.89	0.82																																	
-0.26	-0.85	-1.75	0.46	-1.03	0.10	1.60	0.93	1.38	-1.12																																	
0.55	-1.06	-0.29	2.53	-0.33	0.31	-0.23	-1.03	-0.30	-0.47																																	
-0.83	1.65	-0.55	1.13	-1.50	0.18	0.60	-0.27	-0.98	0.31																																	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																			
		<p>видов спектра.</p> <p>4. Пусть <math>z1(k)=\text{rand}(1,k)+0.8*\cos(\pi*k/10)</math>. Определить спектр мощности PSD по дискретному преобразованию Фурье (Периодограммы), по непараметрическим методам спектрального анализа. (Модифицированные периодограммы, Периодограммы Welch. Периодограммы Tomson.). Привести распечатку листинга программы, график сигнала и графики 4 видов спектра.</p>																																			
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>Компьютерными навыками разработки программ по спектральному анализу и проектированию фильтров.</li> <li>Практическими навыками создания программных продуктов по моделированию различных сигналов и методами их фильтрации.</li> <li>Практическими навыками подключения современной аппаратуры к компьютерным системам.</li> </ul>	<p><b>Индивидуальное задание импульсного сигнала курсовой работе и лабораторным работам.</b></p> <p>Смоделировать импульсный сигнал данного вида</p> <table border="1" data-bbox="940 719 1944 1401"> <thead> <tr> <th data-bbox="940 719 1035 792"></th> <th data-bbox="1035 719 1621 792">Виды импульса Команда MATLAB</th> <th data-bbox="1621 719 1944 1401" rowspan="16">lb,ub – границы вейвлета n – число точек вейвлета</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="940 792 1035 833">1</td> <td data-bbox="1035 792 1621 833">[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,1);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 833 1035 873">2</td> <td data-bbox="1035 833 1621 873">[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,2);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 873 1035 914">3</td> <td data-bbox="1035 873 1621 914">[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,3);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 914 1035 954">4</td> <td data-bbox="1035 914 1621 954">[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,4);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 954 1035 995">5</td> <td data-bbox="1035 954 1621 995">[[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,5);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 995 1035 1036">6</td> <td data-bbox="1035 995 1621 1036">[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,6);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1036 1035 1076">7</td> <td data-bbox="1035 1036 1621 1076">[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,7);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1076 1035 1117">8</td> <td data-bbox="1035 1076 1621 1117">[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,8);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1117 1035 1157">9</td> <td data-bbox="1035 1117 1621 1157">[psi,x] = mexihat (lb,ub,n);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1157 1035 1198">10</td> <td data-bbox="1035 1157 1621 1198">[psi,x] = meyer(lb,ub,n);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1198 1035 1239">11</td> <td data-bbox="1035 1198 1621 1239">'Real part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,4);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1239 1035 1279">12</td> <td data-bbox="1035 1239 1621 1279">'mag part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,4);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1279 1035 1320">13</td> <td data-bbox="1035 1279 1621 1320">'Real part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,5);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1320 1035 1360">14</td> <td data-bbox="1035 1320 1621 1360">'mag part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,5);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1360 1035 1401">15</td> <td data-bbox="1035 1360 1621 1401">'Real part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,6);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1401 1035 1438">16</td> <td data-bbox="1035 1401 1621 1438">'mag part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,6);</td> </tr> </tbody> </table>		Виды импульса Команда MATLAB	lb,ub – границы вейвлета n – число точек вейвлета	1	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,1);	2	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,2);	3	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,3);	4	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,4);	5	[[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,5);	6	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,6);	7	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,7);	8	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,8);	9	[psi,x] = mexihat (lb,ub,n);	10	[psi,x] = meyer(lb,ub,n);	11	'Real part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,4);	12	'mag part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,4);	13	'Real part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,5);	14	'mag part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,5);	15	'Real part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,6);	16	'mag part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,6);
	Виды импульса Команда MATLAB	lb,ub – границы вейвлета n – число точек вейвлета																																			
1	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,1);																																				
2	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,2);																																				
3	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,3);																																				
4	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,4);																																				
5	[[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,5);																																				
6	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,6);																																				
7	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,7);																																				
8	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,8);																																				
9	[psi,x] = mexihat (lb,ub,n);																																				
10	[psi,x] = meyer(lb,ub,n);																																				
11	'Real part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,4);																																				
12	'mag part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,4);																																				
13	'Real part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,5);																																				
14	'mag part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,5);																																				
15	'Real part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,6);																																				
16	'mag part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,6);																																				

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																		
		<p><b>2. Индивидуальное задание шума к курсовой работе и лабораторным работам</b></p> <table border="1" data-bbox="942 418 1948 1138"> <thead> <tr> <th></th> <th>Команда MATLAB</th> <th>Генерация псевдослучайных чисел по заданному закону распределения</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>normrnd</td><td>Нормальное распределение</td></tr> <tr><td>2</td><td>poissrnd</td><td>Распределение Пуассона</td></tr> <tr><td>3</td><td>random</td><td>Параметризованная генерация псевдослучайных чисел</td></tr> <tr><td>4</td><td>raylrnd</td><td>Распределение Релея</td></tr> <tr><td>5</td><td>trnd</td><td>Распределение Стьюдента</td></tr> <tr><td>6</td><td>unidrnd</td><td>Дискретное равномерное распределение</td></tr> <tr><td>7</td><td>betarnd</td><td>Бета распределение</td></tr> <tr><td>8</td><td>binornd</td><td>Биномиальное распределение</td></tr> <tr><td>9</td><td>hi2rnd</td><td>Функция распределения хи-квадрат</td></tr> <tr><td>10</td><td>exprnd</td><td>Экспоненциальное распределение</td></tr> <tr><td>11</td><td>frnd</td><td>Распределение Фишера</td></tr> <tr><td>12</td><td>gamrnd</td><td>Гамма распределение</td></tr> <tr><td>13</td><td>geornd</td><td>Геометрическое распределение</td></tr> <tr><td>14</td><td>hygernd</td><td>Гипергеометрическое распределение</td></tr> <tr><td>15</td><td>nbinrnd</td><td>Отрицательное биномиальное распределение</td></tr> <tr><td>16</td><td>ncx2rnd</td><td>Смещенное хи-квадрат распределение</td></tr> </tbody> </table> <p><b>3. Индивидуальное задание окон для сглаживания шума и проектирования фильтров к курсовой работе и лабораторным работам</b></p> <table border="1" data-bbox="928 1209 1948 1464"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>Название оконного фильтра</th> <th>Команда MATLAB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Окно Блэкмена</td><td>blackman(n)</td></tr> <tr><td>2</td><td>Весовое окно с плоской вершиной</td><td>flattopwin(n)</td></tr> <tr><td>3</td><td>Окно Гаусса</td><td>gausswin(n)</td></tr> <tr><td>4</td><td>Окно Хэмминга</td><td>hamming(n)</td></tr> </tbody> </table>		Команда MATLAB	Генерация псевдослучайных чисел по заданному закону распределения	1	normrnd	Нормальное распределение	2	poissrnd	Распределение Пуассона	3	random	Параметризованная генерация псевдослучайных чисел	4	raylrnd	Распределение Релея	5	trnd	Распределение Стьюдента	6	unidrnd	Дискретное равномерное распределение	7	betarnd	Бета распределение	8	binornd	Биномиальное распределение	9	hi2rnd	Функция распределения хи-квадрат	10	exprnd	Экспоненциальное распределение	11	frnd	Распределение Фишера	12	gamrnd	Гамма распределение	13	geornd	Геометрическое распределение	14	hygernd	Гипергеометрическое распределение	15	nbinrnd	Отрицательное биномиальное распределение	16	ncx2rnd	Смещенное хи-квадрат распределение	№	Название оконного фильтра	Команда MATLAB	1	Окно Блэкмена	blackman(n)	2	Весовое окно с плоской вершиной	flattopwin(n)	3	Окно Гаусса	gausswin(n)	4	Окно Хэмминга	hamming(n)
	Команда MATLAB	Генерация псевдослучайных чисел по заданному закону распределения																																																																		
1	normrnd	Нормальное распределение																																																																		
2	poissrnd	Распределение Пуассона																																																																		
3	random	Параметризованная генерация псевдослучайных чисел																																																																		
4	raylrnd	Распределение Релея																																																																		
5	trnd	Распределение Стьюдента																																																																		
6	unidrnd	Дискретное равномерное распределение																																																																		
7	betarnd	Бета распределение																																																																		
8	binornd	Биномиальное распределение																																																																		
9	hi2rnd	Функция распределения хи-квадрат																																																																		
10	exprnd	Экспоненциальное распределение																																																																		
11	frnd	Распределение Фишера																																																																		
12	gamrnd	Гамма распределение																																																																		
13	geornd	Геометрическое распределение																																																																		
14	hygernd	Гипергеометрическое распределение																																																																		
15	nbinrnd	Отрицательное биномиальное распределение																																																																		
16	ncx2rnd	Смещенное хи-квадрат распределение																																																																		
№	Название оконного фильтра	Команда MATLAB																																																																		
1	Окно Блэкмена	blackman(n)																																																																		
2	Весовое окно с плоской вершиной	flattopwin(n)																																																																		
3	Окно Гаусса	gausswin(n)																																																																		
4	Окно Хэмминга	hamming(n)																																																																		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства	
		5	Окно Ханна hann(n)
		6	Окно Кайзера kaiser(n)
		7	Модифицированное косинусоидальное окно tukeywin(n)
		8	Модифицированное окно Бартлетта-Ханна barthannwin(n)
		9	Окно Бартлетта bartlett(n)
		10	Окно Блэкмена-Харриса blackmanharris(n)
		11	Окно Бомэна bohmanwin(n)
		12	Окно Чебышева chebwin(n)
		13	Модифицированное окно Блэкмена-Харриса nuttallwin(n)
		14	Окно Парцена parzenwin(n)
		15	Прямоугольное окно rectwin(n)
		16	Треугольное окно triang(n)
<b>ПК-3 Способность к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике</b>			
Знать	MATLAB 14 Signal Processing Toolbox; Statistics Toolbox; Control System Toolbox; Wavelet Toolbox	<p><b>Перечень тем и заданий для подготовки к зачету и зачету с оценкой: 7 семестр</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение сигнала. Определение цифрового сигнала. Области применения цифровой обработки сигналов-DSP. Достоинства и недостатки DSP.</li> <li>2. Классификация сигналов. Математические модели сигналов (детерминированный, случайный, фрактальный). Примеры детерминированных сигналов (периодические, гармонические, полигармонические сигналы, сигналы при амплитудной, частотной и фазовой модуляции, сигналы при амплитудной, частотной манипуляцией, им-</li> </ol>	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>пульсные сигналы).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 3. Классификация сигналов. Математические модели сигналов (детерминированный, случайный, фрактальный). Примеры случайных сигналов с разными функциями распределения высот неровностей, с разными корреляционными функциями. Примеры фрактальных сигналов с разной фрактальной размерностью.</li> <li>4. Гистограмма относительных частот-ADF и её точечные характеристики: 1) среднее арифметическое значение; 2) среднее квадратическое отклонение выборки; 3) коэффициент асимметрии; 4) коэффициент эксцесса. Оценка погрешности определения ADF (систематическая и случайная ошибка).</li> <li>5. Автокорреляционные функции ACFи её точечная характеристика (корреляционный интервал). Свойства ACF: Операция определения ACF корреляционной функции, как - операция свёртки. Стационарные и эргодические случайные процессы. Какие процессы или сигналы наиболее эффективно описывает ACF? Сегментация сигнала и погрешности определения ACF.</li> <li>6. Интегральные преобразования. Ортогональность функций. Об ортогональности тригонометрических функций. Об ортогональности экспоненциальных функций. Ряд Фурье. О частотах и числе слагаемых в ряду Фурье.</li> <li>7. Преобразование Фурье. Оригинал и образ в преобразовании Фурье. Теорема Планшереля. Свойства преобразования Фурье (Линейность, сдвиг, изменения масштаба времени, дифференцирование функции, интегрирование функции, спектр свертки двух функций. Теорема о свертке). Связь преобразования Фурье с рядами Фурье</li> <li>8. Дискретное преобразование Фурье. Оконное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Области применения преобразования Фурье.</li> <li>9. Спектральный анализ сигналов. Функция спектральной плотности</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>мощности PSD. Погрешность при определении PSD. Компромисс между погрешностью спектральной оценки и разрешением спектральных линий. Определение спектра мощности PSD по дискретному преобразованию Фурье (Периодограммы). Непараметрические методы спектрального анализа. (Модифицированные периодограммы, Периодограммы Welch. Периодограммы Tomson). Главный вопрос при построении периодограмм: "Какой длины должны быть сегменты?"</p> <p>10. Определение линейных систем и их свойств (гомогенность аддитивность инвариантность, статическая линейность, неизменность гармонической природы сигнала). Свойства нескольких линейных систем (перестановки, блоки суммирования). Фундаментальная концепция DSP (разложение - синтез). Примеры линейных и нелинейных систем.</p> <p style="text-align: center;"><b>8 семестр</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цифровые фильтры в неразрушающем контроле.</li> <li>2. Достоинства цифровой фильтрации. Импульсная характеристика и комплексная передаточная функция. Классификация фильтров (линейные КИХ и БИХ фильтры, 2D и 3D фильтры, нелинейные фильтры). Задание характеристик идеальных фильтров. Частоты среза. Задание характеристик реальных фильтров. Полоса перехода. Уровень пульсаций в полосе пропускания и в полосе ослабления. Достоинства и недостатки КИХ и БИХ фильтров.</li> <li>3. Вейвлетные характеристики сигнала. Вейвлетная структура сигнала. Определение вейвлет-спектрограмм и их интерпретация. Вейвлет-обработка изображений. Об эффективности оценки детерминированных и случайных сигналов с помощью вейвлетных характеристик.</li> <li>4. Фрактальные характеристики сигнала. Фрактальная структура сигнала. Сечения Пуанкаре. Определение 2D и 3D фрактальной размер-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>ности во временном и частотном представлении. Об эффективности оценки детерминированных и случайных сигналов с помощью фрактальных характеристик.</p> <p>5. Типы растровых изображений. Уровни интенсивности пикселей (глубина цвета). Цветовое пространство - CIE XYZ — 3-компонентная цветовая модель RGB. Разрешение изображения. Миры. Основные качественные характеристики фото и киноаппаратуры</p> <p>6. Фильтрация как свёртка матриц изображения и маски фильтра. Медианная фильтрация. Ранговая фильтрация. Адаптивная фильтрация Винера</p>
Уметь	<p>Разрабатывать простейшие программные продукты по обнаружению дефектных неоднородностей в сигнале</p> <p>Разрабатывать программные продукты по обнаружению дефектных неоднородностей с помощью вейвлет технологий</p>	<p><b>Примерный вариант практической части зачета и зачета с оценкой 7семестр</b></p> <p>1. Спроектировать КИХ фильтр с помощью окна в MATLAB. Требования к АЧХ (<math>f_d=8000</math>; % частота дискретизации в Герцах <math>f_p=1000</math>; % граничная частота полосы пропускания <math>f_s=1500</math>; % граничная частота полосы задержки <math>b_p=0.05</math>; % Допустимая неравномерность в полосе пропускания <math>R_p=1\pm b_p</math> <math>b_z=0.01</math>; % Минимально допустимое затухание в полосе задержки <math>R_s=b_z</math></p> <p>Вид окна: окно Гаусса (<math>S_x=1</math>) -gausswin.  Построить графики импульсной характеристики- IR, AFR, PFR амплитудно-частотной характеристики- AFR, фазо-частотной характеристики PFR. Привести распечатку листинга программы, графики IR, AFR, PFR.</p> <p>2. Спроектировать КИХ фильтр с помощью окна в MATLAB. Требования к АЧХ (<math>f_d=10000</math>; % частота дискретизации в Герцах <math>f_p=1500</math>; % граничная частота полосы пропускания <math>f_s=2500</math>; % граничная частота полосы задержки <math>b_p=0.05</math>; % Допустимая неравномерность в полосе пропускания</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p> <math>R_p=1\pm b_p</math>  <math>b_z=0.01</math>; % Минимально допустимое затухание в полосе задержки  <math>R_s=b_z</math>            Вид окна: окно Нанна - gausswinhann.            Построить графики импульсной характеристики- IR, AFR, PFR амплитудно-частотной характеристики- AFR , фазо-частотной характеристики PFR .Привести распечатку листинга программы, графики IR, AFR, PFR.         </p> <p>           3. Задача: выполнить операцию свёртки для заданных двух векторов из набора:  <math>y=[24499664]</math> <math>x=[1\ 2\ 3\ 2\ 1]</math>; <math>y=[43660812]</math> <math>x=[1\ 3\ 4\ 3\ 1]</math>;  <math>y=[43660812]</math> <math>x=[1\ 3\ 4\ 3\ 1]</math>; <math>y=[35264619]</math> <math>x=[-1\ 0\ 2\ 0\ -1]</math>;  <math>y=[71265602]</math> <math>x=[1\ 2\ 3\ 2\ 1]</math>.         </p> <p style="text-align: center;"><b>8 семестр</b></p> <p>           1. 1) Сфотографировать себя на белом фоне. Создать три фотографии с наложенным на исходное изображение : 1) белого гауссовского шума (<math>S_x=0.02</math>); 2) шума песок-сахар (<math>S_x=0.01</math>); 3) спекл шума (<math>S_x=0.08</math>).            2) Очистить зашумленные изображения с помощью медианная фильтрация, ранговой фильтрации, адаптивной фильтрации Винера.            3) лучшие результаты фильтрации для каждого зашумленного изображения представить в виде трёх пар двух изображений до и после фильтрации с указанием вида фильтрации, размера маски         </p> <p>           2. 1) Сфотографировать себя на белом фоне. Создать три фотографии с наложенным на исходное изображение: 1) белого гауссовского шума (<math>S_x=0.01</math>); 2) шума песок-сахар (<math>S_x=0.01</math>); 3) спекл шума (<math>S_x=0.04</math>).            2) Очистить зашумленные изображения с помощью медианная фильтрация, ранговой фильтрации, адаптивной фильтрации Винера.            3) лучшие результаты фильтрации для каждого зашумленного изображения представить в виде трёх пар двух изображений до и после фильтрации с указанием вида фильтрации, размера маски         </p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																										
		<p>3. 1) Сфотографировать на белом фоне более 7 предметов различной формы, изображения которых бы не перекрывалось.            2) Осуществить анализ объектов в RGB изображении, определив число объектов, гистограммы распределения площадей объектов, среднюю площадь объектов, отношение суммарной площади объектов к площади кадра.            Все этапы анализа привести в подокнах MATLAB.</p> <p>4. 1) Сфотографировать на белом фоне более 7 предметов различной формы, изображения которых бы не перекрывалось.            2) Осуществить анализ объектов в RGB изображении, определив число объектов, гистограммы распределения площадей объектов, среднюю площадь объектов, отношение суммарной площади объектов к площади кадра.            Все этапы анализа привести в подокнах MATLAB</p>																										
Владеть	Практическими навыками создания программного продукта по обнаружению и фильтрации 2D, 3D, 4D сигналов в неразрушающем контроле	<p><b>Индивидуальное задание импульсного сигнала курсовой работе и лабораторным работам.</b>            Смоделировать импульсный сигнал данного вида</p> <table border="1" data-bbox="940 976 1948 1468"> <thead> <tr> <th data-bbox="940 976 1035 1052"></th> <th data-bbox="1035 976 1623 1052">Виды импульса Команда MATLAB</th> <th data-bbox="1623 976 1948 1052"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="940 1052 1035 1092">1</td> <td data-bbox="1035 1052 1623 1092">[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,1);</td> <td data-bbox="1623 1052 1948 1468" rowspan="11">lb,ub – границы вейвлета n – число точек вейвлета</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1092 1035 1133">2</td> <td data-bbox="1035 1092 1623 1133">[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,2);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1133 1035 1174">3</td> <td data-bbox="1035 1133 1623 1174">[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,3);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1174 1035 1214">4</td> <td data-bbox="1035 1174 1623 1214">[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,4);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1214 1035 1255">5</td> <td data-bbox="1035 1214 1623 1255">[[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,5);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1255 1035 1295">6</td> <td data-bbox="1035 1255 1623 1295">[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,6);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1295 1035 1336">7</td> <td data-bbox="1035 1295 1623 1336">[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,7);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1336 1035 1377">8</td> <td data-bbox="1035 1336 1623 1377">[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,8);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1377 1035 1417">9</td> <td data-bbox="1035 1377 1623 1417">[psi,x] = mexihat (lb,ub,n);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1417 1035 1458">10</td> <td data-bbox="1035 1417 1623 1458">[psi,x] = meyer(lb,ub,n);</td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1458 1035 1468">11</td> <td data-bbox="1035 1458 1623 1468">'Real part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,4);</td> </tr> </tbody> </table>		Виды импульса Команда MATLAB		1	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,1);	lb,ub – границы вейвлета n – число точек вейвлета	2	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,2);	3	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,3);	4	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,4);	5	[[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,5);	6	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,6);	7	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,7);	8	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,8);	9	[psi,x] = mexihat (lb,ub,n);	10	[psi,x] = meyer(lb,ub,n);	11	'Real part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,4);
	Виды импульса Команда MATLAB																											
1	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,1);	lb,ub – границы вейвлета n – число точек вейвлета																										
2	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,2);																											
3	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,3);																											
4	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,4);																											
5	[[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,5);																											
6	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,6);																											
7	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,7);																											
8	[psi,x] = gauswavf(lb,ub,n,8);																											
9	[psi,x] = mexihat (lb,ub,n);																											
10	[psi,x] = meyer(lb,ub,n);																											
11	'Real part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,4);																											

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства	
		12	'mag part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,4);
		13	'Real part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,5);
		14	'mag part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,5);
		15	'Real part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,6);
		16	'mag part' [psi,x] = cgauwavf(lb,ub,n,6);
		<b>2. Индивидуальное задание шума к курсовой работе и лабораторным работам</b>	
			Команда MATLAB Генерация псевдослучайных чисел по заданному закону распределения
		1	normrnd Нормальное распределение
		2	poissrnd Распределение Пуассона
		3	random Параметризованная генерация псевдослучайных чисел
		4	raylrnd Распределение Релея
		5	trnd Распределение Стьюдента
		6	unidrnd Дискретное равномерное распределение
		7	betarnd Бета распределение
		8	binornd Биномиальное распределение
		9	hi2rnd Функция распределения хи-квадрат
		10	exprnd Экспоненциальное распределение
		11	frnd Распределение Фишера
		12	gamrnd Гамма распределение
		13	geornd Геометрическое распределение
		14	hygernd Гипергеометрическое распределение
		15	nbinrnd Отрицательное биномиальное распределение
		16	ncx2rnd Смещенное хи-квадрат распределение
		<b>3. Индивидуальное задание окон для сглаживания шума и проекти-</b>	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства		
		<b>рования фильтров к курсовой работе и лабораторным работам</b>		
		№	Название оконного фильтра	Команда MATLAB
		1	Окно Блэкмена	blackman(n)
		2	Весовое окно с плоской вершиной	flattopwin(n)
		3	Окно Гаусса	gausswin(n)
		4	Окно Хэмминга	hamming(n)
		5	Окно Ханна	hann(n)
		6	Окно Кайзера	kaiser(n)
		7	Модифицированное косинусоидальное окно	tukeywin(n)
		8	Модифицированное окно Бартлетта-Ханна	barthannwin(n)
		9	Окно Бартлетта	bartlett(n)
		10	Окно Блэкмена-Харриса	blackmanharris(n)
		11	Окно Бомэна	bohmanwin(n)
		12	Окно Чебышева	chebwin(n)
		13	Модифицированное окно Блэкмена-Харриса	nuttallwin(n)
		14	Окно Парцена	parzenwin(n)
		15	Прямоугольное окно	rectwin(n)
		16	Треугольное окно	triang(n)

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

**Зачет** может проводиться как в формате, аналогичном проведению экзамена, так и в других формах, основанных на выполнении индивидуального или группового задания, позволяющего осуществить контроль знаний и полученных навыков.

**Зачет с оценкой** по данной дисциплине проводится в устной форме по билетам, каждый из которых включает один теоретический вопрос и одно практическое задание

**Курсовая работа** выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

### ***Показатели и критерии оценивания на зачете:***

Ответ студента на зачете оценивается одной из следующих оценок: «**зачтено**» и «**незачтено**», которые выставляются по следующим критериям.

Оценки «**зачтено**» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной кафедрой.

Также оценка «**зачтено**» выставляется студентам, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную рекомендуемую литературу по дисциплине, демонстрирующие систематический характер знаний по дисциплине и способные к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценка «**не зачтено**» выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы студентов, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа излагаемых им вопросов, что свидетельствует о том, что студент не может дальше продолжать обучение или приступать к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

### **Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:**

– на оценку «**отлично**» – обучающийся показывает высокий уровень сформированной компетенций, т.е. цифровую обработку сигналов представляет как структурированную систему знаний, способен разрабатывать программные продукты по фильтрации и сжатию информационных потоков, имеет практические навыки подсоединения современной аппаратуры к компьютерным системам.

– на оценку «**хорошо**» – обучающийся показывает средний уровень сформированной компетенций, т.е. способен проектировать различные цифровые фильтры по регламентированным характеристикам, обладает практическими навыками создания программных продуктов по определению различных характеристик сигналов до и после фильтрации

– на оценку «**удовлетворительно**» – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. знает роль и задачи цифровой обработки сигналов, умеет

пределять функциональные характеристики сигналов и оценивать точность их определения, обладает компьютерными навыками разработки программ по спектральному анализу и проектированию фильтров

– на оценку «не зачтено» – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

#### **Критерии оценки курсовой работы:**

– на оценку «отлично» – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е., то есть способен сразу по заданию преподавателя изменить программный продукт; созданная им программа хорошо структурирована и обладает достаточно высоким быстродействием

– на оценку «хорошо» – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. с помощью help системы MATLAB может самостоятельно изменить алгоритм программы по заданию преподавателя, он понимает процессы преобразования сигналов в разрабатываемой им системе.

– на оценку «удовлетворительно» – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. разрабатывать простейшие программные продукты по обнаружению дефектных неоднородностей в сигнале.

– на оценку «неудовлетворительно» – результат обучения не достигнут, обучающийся не может дать объяснений по им созданным программным продуктом.

### **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **а) Основная литература:**

1. Строгонов, А. В. Цифровая обработка сигналов в базисе программируемых логических интегральных схем : учебное пособие / А. В. Строгонов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 312 с. — ISBN 978-5-8114-1981-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/104960/> (дата обращения: 17.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Васильев, В. П. Основы теории и расчета цифровых фильтров : учебное пособие / В. П. Васильев, Э. Л. Муро, С. М. Смольский ; под ред. С. М. Смольского. — 2-е изд., стер. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 272 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-013023-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=357384> (дата обращения: 17.11.2020). — Режим доступа: по подписке.

#### **б) Дополнительная литература:**

Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие / Ролдугин С.В., Паринов А.В., Голубинский А.Н. - Воронеж: Научная книга, 2016. - 144 с. ISBN 978-5-4446-0908-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=193183> (дата обращения: 17.11.2020). — Режим доступа: по подписке.

**в) Методические указания:**

Гадзиковский, В. И. Цифровая обработка сигналов: Практическое пособие Учебное пособие / Гадзиковский В.И. - Москва :СОЛОН-Пр., 2014. - 766 с.ISBN 978-5-91359-117-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=59602> (дата обращения: 17.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:****Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободное распространение	бессрочно
FAR Manager	свободное распространение	бессрочно
MathWorks Math-Lab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ – им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория: Мультимедийные средства хранения, передачи представления информации с выходом в Интернет

Учебные аудитории. Классы Учебно-Вычислительный Центр МГТУ: Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, Excel, пакетом MATLAB14, с выходом в Интернет.

Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации включают: Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, Excel, пакетом MATLAB14, с выходом в Интернет

Аудитории для самостоятельной работы с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета: Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, Excel, с выходом в Интернет

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.