

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Меркулов Евгений Сергеевич Должность: И.о. ректора Дата подписания: 18.04.2019 12:38:29 Уникальный идентификатор: 39428e82d614a3cd984f917b018f0fd2c07182daabc77db685db2d16370f6e7c	ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

Рассмотрено и утверждено на заседании  
кафедры математики и физики  
14.05.2019 г., протокол №9  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.П. Горюшкин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.08 «Вейвлет анализ»

**Направление подготовки: 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»**  
(код и наименование направления подготовки (специальности))

**Профили подготовки: «Прикладная математика и информатика»**  
(наименование профиля)

**Квалификация выпускника: бакалавр**

**Форма обучения: очная**

**Курс 3 Семестр 6**

**Форма промежуточного контроля: зачет (3 курс 6 семестр)**

Петропавловск-Камчатский 2019 г.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», утвержденного 12.03.2015 (приказ №228)

Разработчик(и):

доцент кафедры математики и физики,  
кандидат физико-математических наук, доцент Водинчар Глеб Михайлович

\_\_\_\_\_ Г.М. Водинчар  
(подпись)

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины.....	стр. 4
2. Место дисциплины в структуре ОП ВО.....	стр. 4
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.....	стр. 4
4. Содержание дисциплины.....	стр. 5
5. Тематическое планирование.....	стр. 6
6. Самостоятельная работа.....	стр. 8
7. Тематика контрольных работ, курсовых работ (при наличии).....	стр. 14
8. Перечень вопросов на зачет (дифференцированный зачет, экзамен).....	стр.14
9. Учебно-методическое и информационное обеспечение.....	стр.15
10. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента.....	стр. 16
11. Материально-техническая база.....	стр. 20

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

### 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Целью** изучения дисциплины «Вейвлет-анализ» является ознакомление студентов с набором широко применяемых в современном системном анализе методов исследования нестационарных сигналов, основанных на вейвлет-преобразовании. Концепция вейвлет-анализа, заключающаяся в выделении в исследуемом сигнале иерархических разномасштабных структур с различной временной локализацией получила широкое развитие и специализацию во многих областях прикладной математики и математической физики. Изучение студентами бакалавриата данного курса закладывает основы для последующего освоения таких кратномасштабных подходов в различных предметных областях и их применения в будущей профессиональной деятельности.

**Задачи** освоения дисциплины заключаются в:

- изучении основных понятий вейвлет анализа в сопоставлении с анализом Фурье;
- усвоении принципа частотно (масштабно)-временной локализации сигналов и частотно (масштабно)-временного разрешения;
- выработки умений по расчету непрерывного и дискретного вейвлет-преобразования с основными материнскими вейвлетами;
- выработки умений интерпретации результатов вейвлет-преобразований
- овладении приемами расчета вейвлет-преобразований с помощью пакетов символьных вычислений.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к группе дисциплин по выбору блока Б1 и предусматривает наличие базовых знаний по «Математическому анализу», «Теории вероятностей и математической статистике», «Функциональному анализу». Усвоение содержания дисциплины необходимо для изучения дисциплины «Математические модели сплошных сред», прохождения практики и подготовки выпускной квалификационной работы бакалавра.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук. ОПК-1.2. Умеет использовать базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности. ОПК-1.3. Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

	профессиональной деятельности	деятельности на основе полученных теоретических знаний.
	ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ОПК-2.1. Знает базовые математические методы решения прикладных задач. ОПК-2.2. Умеет адаптировать существующие математические методы для решения конкретной прикладной задачи. ОПК-2.3. Имеет опыт решения прикладных задач с использованием математических методов и систем программирования.
	ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знает классические математические модели, применяемые в различных областях человеческой деятельности. ОПК-3.2. Умеет модифицировать классические математические модели для решения конкретных задач профессиональной деятельности. ОПК-3.3. Имеет опыт применения методов математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности.
	ПК-1. Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	ПК-1.1. Знает методы обработки и интерпретации данных исследований. ПК-1.2. Умеет осуществлять сбор, обработку и интерпретацию данных современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям. ПК-1.3. Владеет методами обработки и интерпретации данных научных исследований.

#### 4. Содержание дисциплины

##### **Тема 1. Преобразование Фурье и линейная инвариантная во времени фильтрация.**

Преобразование Фурье и его свойства. Физический смысл преобразования Фурье. Линейная инвариантная во времени (ЛИВ) фильтрация. Частотные характеристики ЛИВ-

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

систем. Дискретизация сигналов. Частота Найквиста. Теорема отсчетов. Обобщенные теоремы выборки. Дискретные ЛИВ-фильтры. Дискретное и быстрое преобразование Фурье. Циклические свертки.

**Тема 2. Частотно-временная неопределенность и оконное преобразование Фурье.**

Положение и ширина сигнала во временной и частотной областях. Частотно-временная неопределенность. Ящики Гейзенберга. Частотное и временное разрешение. Экстремальное частотно-временное свойство гармонического сигнала, модулированного гауссовским импульсом. Частотно-временные атомы. Оконное преобразование Фурье. Выбор окна. Дискретное оконное преобразование Фурье.

**Тема 3. Вейвлет-преобразование.**

Вещественное вейвлет-преобразование. Требование на равенство нулю моментов и его смысл. Условия допустимости — теорема Кальдерона-Гроссмана-Морле. Воспроизводящее ядро и масштабирующая функция. Вейвлеты Наара, МНАТ- и WAVE-вейвлеты, их частотно-временная локализация. Аналитические сигналы и вейвлеты. Аналитическое вейвлет преобразование и условие его обратимости. Частотно-временное разрешение вейвлетов. Вейвлеты Габора и Добеши. Вейвлет-модулированные окна. Скэйлограмма. Дискретные вейвлеты.

**Тема 4. Мгновенные частоты**

Аналитическая мгновенная частота. Частотная модуляция. Аддитивные звуковые модели. Хребты преобразования Фурье и вейвлет-хребты.

**Тема 5. Вейвлет-базисы**

Кратномасштабная аппроксимация. Масштабирующая функция. Сопряженные зеркальные фильтры. Вейвлет-базисы. Базисы Рисса. Вейвлеты Шеннона и Майера. Вейвлеты Добеши с компактным носителем. Биортогональные вейвлет-базисы.

**5. Тематическое планирование**

**Модули дисциплины**

№	Наименование модуля	Лекции	Практики/ семинары	Лабораторные	Сам. работа	Всего, часов
1	Вейвлет анализ	10	16	0	82	108
	Всего	10	16	0	82	108

**Тематический план**

**Модуль 1**

№ темы	Тема	Вид занятий	Кол-во часов	Формируемые компетенции
	<b>Лекции</b>			
1	Преобразование Фурье и линейная инвариантная во времени фильтрация	Лек	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

2	Частотно-временная неопределенность и оконное преобразование Фурье	Лек	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
3	Вейвлет-преобразование	Лек	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
4	Мгновенные частоты	Лек	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
5	Вейвлет-базисы	Лек	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
	<b>Практические занятия (семинары)</b>			
1	Непрерывное преобразование Фурье	Пр/сем	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
2	Дискретное преобразование Фурье	Пр/сем	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
3	Линейная инвариантная во времени фильтрация сигналов	Пр/сем	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
4	Оконное преобразование Фурье	Пр/сем	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
5	Вещественное вейвлет-преобразование	Пр/сем	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
6	Аналитические сигналы	Пр/сем	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
7	Аналитические вейвлеты	Пр/сем	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
8	Дискретное вейвлет-преобразование.	Пр/сем	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
	<b>Самостоятельная работа</b>			
1	Непрерывное преобразование Фурье	Сам.раб.	9	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
2	Дискретное преобразование Фурье	Сам.раб.	9	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
3	Линейная инвариантная во времени фильтрация сигналов	Сам.раб.	9	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
4	Оконное преобразование Фурье	Сам.раб.	9	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
5	Вещественное вейвлет-преобразование	Сам.раб.	9	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
6	Аналитические сигналы	Сам.раб.	9	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
7	Аналитические вейвлеты	Сам.раб.	9	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
8	Дискретное вейвлет-преобразование	Сам.раб.	9	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

9	Подготовка к модульному контролю	Сам.раб.	10	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
---	----------------------------------	----------	----	------------------------

## 6. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает две составные части: аудиторная самостоятельная работа и внеаудиторная самостоятельная работа.

Аудиторная самостоятельная работа включает решение задач на доказательство и вычисления на практических занятиях.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в следующих формах:

- изучение литературы;
- работа с математическими интернет-ресурсами;
- аналитическая обработка текста (конспектирование, реферирование);
- решение задач на доказательство и вычисление;
- подготовка ответов на вопросы зачета.

### 6.1. Планы семинарских (практических, лабораторных) занятий

#### Практическое занятие № 1

**Тема:** Непрерывное преобразование Фурье

**Цель:** закрепление знаний по непрерывному преобразованию Фурье, формирование умений по аналитическому расчету преобразования Фурье, овладение приемами использования свойств преобразования Фурье для упрощения его расчета.

**Аудиторная работа:**

Решить задачи 2.1, 2.3, 2.5, 2.14 [1]. При вычислении интегралов использовать систему компьютерной алгебры МАХІМА.

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

#### Практическое занятие № 2

**Тема:** Дискретное преобразование Фурье

**Цель:** закрепление знаний по теории дискретных сигналов, формирование умений по расчету дискретного преобразования Фурье, овладение приемами использования свойств преобразования Фурье для упрощения его расчета.

**Аудиторная работа:**



ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

Решить задачи 3.1, 3.2, 3.7, 3.9, 3.11, 3.13 [1]. Вычислить дискретное преобразование Фурье прямоугольного четного импульса и одностороннего экспоненциального импульса.

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

**Практическое занятие № 3**

**Тема:** Линейные инвариантные во времени системы

**Цель:** закрепление знаний по теории непрерывных и дискретных ЛИВ-фильтров, формирование умений по расчету их частотных характеристик, овладение навыками синтеза простейших фильтров по АЧХ.

**Аудиторная работа:**

Решить задачи 2.7(a), 3.5, 3.8(a), 3.8(б) [1]. Рассчитать частотные характеристики колебательного звена и апериодического звена второго порядка. Построить их АЧХ. При вычислении интегралов и визуализации использовать систему компьютерной алгебры MAXIMA.

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

**Практическое занятие № 4**

**Тема:** Оконное преобразование Фурье

**Цель:** закрепление знаний по частотно-временному анализу в форме оконного преобразования Фурье, формирование умений по расчету частотно-временных локализаций оконных функций.

**Аудиторная работа:**

Решить задачи 4.1(a), 4.2, 4.4, 4.6 [1]. Рассчитать ящики Гейзенберга для гауссова, прямоугольного и треугольного окон. При вычислении интегралов использовать систему компьютерной алгебры MAXIMA.

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

**Практическое занятие № 5**

**Тема:** Вещественное вейвлет-преобразование

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

**Цель:** закрепление знаний вещественному вейвлет-преобразованию, формирование умений по его расчету, овладение навыками по построению скейлограмм и их интерпретации.

**Аудиторная работа:**

Решить задачи 4.7, 4.9 [1]. Рассчитать вейвлет-преобразование для прямоугольного импульса, набора из трех прямоугольных импульсов различной локализации и длительности на основе WAVE- и МНАТ-вейвлетов. Построить скейлограммы. При вычислении интегралов и визуализации использовать систему компьютерной алгебры МАХИМА.

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

**Практическое занятие № 6**

**Тема:** Аналитические сигналы

**Цель:** закрепление знаний по преобразованию Гильберта, формирование умений по расчету аналитических частей сигналов и восстановления сигналов по их аналитическим частям.

**Аудиторная работа:**

Решить задачи 2.10(а), 4.8(а), 4.8(б) [1]. Рассчитать аналитическую часть гармонического сигнала, четного прямоугольного импульса, гауссова импульса. При вычислении интегралов использовать систему компьютерной алгебры МАХИМА.

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

**Практическое занятие № 7**

**Тема:** Аналитические вейвлеты

**Цель:** закрепление знаний по аналитическому вейвлет-преобразованию, формирование умений по его расчету аналитических частей сигналов, овладение навыками построения и интерпретации скейлограмм.

**Аудиторная работа:**

Решить задачи 4.11, 4.8(в), 4.10(а) [1]. Вычислить аналитическое вейвлет преобразование и скейлограмму для четного прямоугольного импульса, четного треугольного импульса и одностороннего экспоненциального импульса на основе вейвлетов Морле и Пауля [2]. Построить скейлограммы. При вычислении интегралов использовать систему компьютерной алгебры МАХИМА.

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

2. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и применения // Успехи физических наук. – 1996. – Т. 166. – № 11. – С. 1146-1170.

### Практическое занятие № 8

**Тема:** Дискретное вейвлет-преобразование

**Цель:** закрепление знаний по дискретному вейвлет-преобразованию, формирование умений по его расчету с использованием математических пакетов, овладение навыками построения и интерпретации скейлограмм.

**Аудиторная работа:**

Написать программу дискретного вейвлет-преобразования в системе МАХІМА. Вычислить дискретное вейвлет преобразование и скейлограмму для четного прямоугольного импульса, четного треугольного импульса и одностороннего экспоненциального импульса на основе вейвлетов Морле и МНАТ. Построить скейлограммы.

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

### 6.2 Внеаудиторная самостоятельная работа

*Подготовиться к проведению аудиторных практических занятий повторив теоретический материал и выполнит домашнее задание.*

#### Тема 1. Непрерывное преобразование Фурье

**Домашняя работа:**

Решить задачи 2.2, 2.4, 2.6 2.11 [1]. При вычислении интегралов использовать систему компьютерной алгебры МАХІМА.

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

#### Тема 2. Дискретное преобразование Фурье

**Домашняя работа:**

Решить задачи 3.3, 3.4, 3.10, 3.12, 3.14(a) [1]. Вычислить дискретное преобразование Фурье треугольного четного импульса и двустороннего нечетного экспоненциального импульса.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

**Тема 3. Линейные инвариантные во времени системы**

**Домашняя работа:**

Решить задачи 2.7(б), 2.7(в), 3.6, 3.8(в), 3.8(г) [1]. Рассчитать частотные характеристики форсирующего звена и апериодического звена первого порядка. Построить их АЧХ. При вычислении интегралов и визуализации использовать систему компьютерной алгебры МАХІМА.

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

**Тема 4. Оконное преобразование Фурье**

**Домашняя работа:**

Решить задачи 4.1(б), 4.3, 4.5 [1]. Рассчитать ящики Гейзенберга для нечетного треугольного, нечетного прямоугольного и одностороннего экспоненциального импульса. При вычислении интегралов использовать систему компьютерной алгебры МАХІМА.

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

**Тема 5. Вещественное вейвлет-преобразование**

**Домашняя работа:**

Решить задачи 4.13, 4.15 [1]. Рассчитать вейвлет-преобразование для нечетного треугольного прямоугольного импульса и одностороннего экспоненциального импульса на основе WAVE- и МНАТ-вейвлетов. Построить скейлограммы. При вычислении интегралов и визуализации использовать систему компьютерной алгебры МАХІМА.

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

**Тема 6. Аналитические сигналы**

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

**Цель:** закрепление знаний по преобразованию Гильберта, формирование умений по расчету аналитических частей сигналов и восстановления сигналов по их аналитическим частям.

**Домашняя работа:**

Решить задачи 2.10(б), 4.8(в), 4.12 [1]. Рассчитать аналитическую часть одностороннего экспоненциального, нечетного прямоугольного импульса, гармонического сигнала, модулированного четным треугольным импульсом. При вычислении интегралов использовать систему компьютерной алгебры МАХІМА.

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

**Тема 7. Аналитические вейвлеты**

**Домашняя работа:**

Решить задачи 4.12, 4.9, 4.10(б) [1]. Вычислить аналитическое вейвлет преобразование и скейлограмму для нечетного прямоугольного импульса, нечетного треугольного импульса и двустороннего экспоненциального импульса на основе вейвлетов Морле и Пауля [2]. Построить скейлограммы. При вычислении интегралов использовать систему компьютерной алгебры МАХІМА.

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.  
 2. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и применения // Успехи физических наук. – 1996. – Т. 166. – № 11. – С. 1146-1170.

**Тема 8. Дискретное вейвлет-преобразование**

**Домашняя работа:**

Вычислить в системе МАХІМА дискретное аналитическое вейвлет преобразование и скейлограмму для нечетного прямоугольного импульса, нечетного треугольного импульса и двустороннего экспоненциального импульса на основе вейвлетов Морле и Пауля. Построить скейлограммы.

**Литература:**

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

**7. Примерная тематика контрольных работ.**

(контрольные и курсовые работы не предусмотрены планом)

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

## 8. Перечень вопросов на зачет

1. Преобразование Фурье и его физический смысл.
2. Свойства преобразования Фурье.
3. Линейная инвариантная во времени фильтрация.
4. Частотные характеристики ЛИВ-систем.
5. Дискретизация сигналов по времени и квантование по уровню.
6. Частота Найквиста, подмена частот.
7. Теорема отсчетов.
8. Обобщенные теоремы выборки.
9. Дискретные ЛИВ-фильтры.
10. Дискретное преобразование Фурье.
11. Быстрое преобразование Фурье.
12. Циклические свертки.
13. Положение и ширина сигнала во временной и частотной областях.
14. Частотно-временная неопределенность.
15. Частотное и временное разрешение.
16. Экстремальное частотно-временное свойство гармонического сигнала, модулированного гауссовским импульсом.
17. Оконное преобразование Фурье.
18. Дискретное оконное преобразование Фурье.
19. Вещественное вейвлет-преобразование.
20. Теорема Кальдерона-Гроссмана-Морле.
21. Воспроизводящее ядро и масштабирующая функция.
22. Вейвлеты Наара, их частотно-временная локализация.
23. Вейвлеты МНАТ и WAVE, их частотно-временная локализация.
24. Аналитические сигналы и вейвлеты.
25. Аналитическое вейвлет преобразование и условие его обратимости.
26. Частотно-временное разрешение вейвлетов.
27. Вейвлеты Габора и Добеши.
28. Вейвлет-модулированные окна.
29. Скэйлограмма.
30. Дискретные вейвлеты.
31. Аналитическая мгновенная частота.
32. Частотная модуляция.
33. Хребты преобразования Фурье и вейвлет-хребты.
34. Кратномасштабная аппроксимация. Сопряженные зеркальные фильтры.
35. Вейвлет-базисы.
36. Базисы Рисса.
37. Вейвлеты Шеннона и Майера.
38. Вейвлеты Добеши с компактным носителем.
39. Биортогональные вейвлет-базисы.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 9.1. Основная учебная литература:

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

<https://eknigi.org/engine/download.php?id=13606>

## 9.2. Дополнительная учебная литература:

2. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 464 с. <https://booksee.org/dl/567630/a47e95>
3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 2000. – 462 с. <https://eknigi.org/engine/download.php?id=139094>
4. Воробьев В.И., Грибунин В.Г. Теория и практика вейвлет-преобразования. – СПб: ВУС, 1999. – 204 с. <https://booksee.org/dl/467506/b1306e>
5. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике. – М.: СОЛОН-Р, 2002. – 446 с. <https://bookree.org/reader?file=480129>
6. Петухов А.П. Введение в теорию базисов всплесков. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. – 132 с. <https://booksee.org/dl/593149/01a1d8>
7. Чуй Т.К. Введение в вейвлеты. – М.: Мир, 2001. – 412с. <https://booksee.org/dl/445607/90a6b0>
8. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и применения // Успехи физических наук. – 1996. – Т. 166. – № 11. – С. 1146-1170.

[http://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=ufn&paperid=1260&option\\_lan\\_g=rus](http://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=ufn&paperid=1260&option_lan_g=rus)

## 9.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

<i>Название электронного ресурса</i>	<i>Используемый для работы адрес</i>
eLibrary – Научная электронная библиотека	<a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a>
ЭБС ibooks.ru – библиотека цифрового века	<a href="http://ibooks.ru">http://ibooks.ru</a>
Math-Net – Общероссийский математический портал	<a href="http://www.mathnet.ru/">http://www.mathnet.ru/</a>
dxdy – научный форум	<a href="https://dxdy.ru/">https://dxdy.ru/</a>
EqWorld – мир математических уравнений	<a href="http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm">http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm</a>

## 10. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента

На основании разработанной компетентностной модели выпускника образовательные цели представлены в виде набора компетенций как планируемых результатов освоения образовательной программы. Определение уровня достижения планируемых результатов освоения образовательной программы осуществляется посредством оценки уровня сформированности компетенции и оценки уровня успеваемости обучающегося по пятибалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено»).

Основными критериями оценки в зависимости от вида работы обучающегося являются:

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

сформированность компетенций (знаний, умений и владений), степень владения профессиональной терминологией, логичность, обоснованность, четкость изложения материала, ориентирование в научной и специальной литературе.

### Критерии оценивания уровня сформированности компетенций и оценки уровня успеваемости обучающегося

#### Текущий контроль

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения модулей дисциплины (оценка)	Критерии оценивания отдельных видов работ обучающихся	
		<i>Практическое/семинарское занятие</i>	<i>Процентное соотношение полноты ответа</i>
Высокий	отлично	Оценивается ответ студента, которым даны полные, развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Студентом продемонстрированы глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений смежных дисциплин. Ответ логически последователен, содержателен. Стил изложения материала научный с использованием математической терминологии. Студентом продемонстрирована сформированность компетенций (знаний, умений, навыков). Студентом могут быть допущены отдельные недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно.	91-100%
Базовый	хорошо	Оценивается ответ студента, которым даны полные, развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Студентом продемонстрированы глубокие знания всего программного материала, понимание существенных и несущественных признаков,	76 до 90 %



ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

		причинно-следственные связи, твердое знание основных положений смежных дисциплин. Ответ логически последователен, содержателен. Стил ь изложения материала научный с использованием математической терминологии. Студентом продемонстрирована в целом успешная сформированность компетенций (знаний, умений, навыков), вместе с тем имеют место отдельные пробелы в умении, студент не вполне осознанно, владеет навыками. Студентом могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки.	
Пороговый	удовлетворительно	Оценивается ответ студента, которым даны недостаточно полные и развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Логика и последовательность изложения нарушены. Допущены ошибки в определении употреблении понятий. Студент с затруднением самостоятельно выделяет существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции. Студентом в целом продемонстрирована сформированность компетенций (знаний, умений, навыков), вместе с тем имеют место несистематическое использование умений и фрагментарные навыки.	50 до 75 %
Компетенции не сформированы	неудовлетворительно	Оценивается ответ студента, представляющей собой разрозненные знания с существенными ошибками. Ответ фрагментарен, нелогичен. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими вопросами дисциплины. Отсутствуют конкретизация и доказательность изложения. Речь	менее 50 %

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

		неграмотная, математическая терминологии не используются или используется неверно. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. Компетенции (знания, умения, навыки) по дисциплине не сформированы: теоретические знания имеются, но они разрознены, умения и навыков отсутствуют // Либо ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказывается от ответа на поставленные вопросы.	
--	--	---	--

### Промежуточная аттестация

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения дисциплины	Критерии оценивания обучающихся (работ обучающихся)	
		зачет/дифференцированный зачет/экзамен	контрольная работа, курсовая работа (проект)
Высокий	отлично (зачтено)	Оценивается ответ студента, которым даны полные, развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Студентом продемонстрированы глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений смежных дисциплин. Ответ логически последователен, содержателен. Стил изложения материала научный с использованием математической	Оценивается работа, в которой дано всестороннее и глубокое освещение избранной темы (проблематики) в тесной взаимосвязи с практикой и современностью. Студент показал умение работать с научной и учебной литературой, делать теоретические и практические выводы. На защите студентом продемонстрированы глубокое знание темы исследования,

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

		<p>терминологии. Студентом продемонстрирована сформированность компетенций (знаний, умений, навыков) по дисциплине. Студентом могут быть допущены отдельные недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно.</p>	<p>умение использовать математической терминологию, способность вести научную дискуссию, аргументировано отстаивать свою научную позицию по результатам работы. Выступление выстроено логично и последовательно, четко отражает результаты исследования. При защите студент дает правильные и обоснованные ответы на вопросы, свободно ориентируется в тексте работы. Студентом продемонстрирована готовность к самостоятельной профессиональной деятельности.</p>
Базовый	хорошо (зачтено)	<p>Оценивается ответ студента, которым даны полные, развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Студентом продемонстрированы глубокие знания всего программного материала, понимание существенных и несущественных признаков, причинно-следственные связи, твердое знание основных положений смежных дисциплин. Ответ логически последователен, содержателен. Стиль</p>	<p>Оценивается работа, в которой дано всестороннее освещение избранной темы (проблематики) в тесной взаимосвязи с практикой и современностью. Студент показал умение работать с научной и учебной литературой, , делать теоретические и практические выводы. Тема работы в целом раскрыта. На</p>

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

		<p>изложения материала научный с использованием математической терминологии. Студентом продемонстрирована в целом успешная сформированность компетенций (знаний, умений, навыков) по дисциплине, вместе с тем имеют место отдельные пробелы в умении, студент не вполне осознанно, владеет навыками. Студентом могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки.</p>	<p>защите студентом продемонстрированы знание темы исследования, умение использовать математическую терминологию. Выступление выстроено логично и последовательно, достаточно хорошо отражает результаты исследования. При защите студент дает правильные ответы на большинство вопросов, хорошо ориентируется в тексте работы, достаточно обосновано защищает свою точку зрения. Студентом продемонстрирована готовность к самостоятельной профессиональной деятельности.</p>
Пороговый	удовлетворительно (зачтено)	<p>Оценивается ответ студента, которым даны недостаточно полные и развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Логика и последовательность изложения нарушены. Допущены ошибки в определении употреблении понятий. Студент с затруднением самостоятельно выделяет существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.</p>	<p>Оценивается работа, выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы, носящие общий характер. В оформлении, структуре и стиле работы есть недостатки. В работе соблюдаются общие требования. Автор работы в основном</p>

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

		Студентом в целом продемонстрирована сформированность компетенций (знаний, умений, навыков) по дисциплине, вместе с тем имеют место несистематическое использование умений и фрагментарные навыки.	владеет материалом, однако литература и источники по теме работы использованы в недостаточном объеме. Выступление выстроено не вполне последовательно, с нарушением логики, недостаточно четко отражает результаты исследования. Отвечая на вопросы, студент допускает ошибки. Вместе с тем, студент способен осуществлять самостоятельную профессиональную деятельность.
Компетенции не сформированы	неудовлетворительно (не зачтено)	Оценивается ответ студента, представляющей собой разрозненные знания с существенными ошибками. Ответ фрагментарен, нелогичен. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими вопросами дисциплины. Отсутствуют конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, математическая терминология не используется или используется неверно. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. Компетенции (знаний, умений, навыков) по дисциплине не	Оценивается работа, содержание которой не соответствует заявленной проблематике. При написании работы не были использованы современные источники и литература. Оформление работы не соответствует требованиям. В докладе студента отсутствует логика и последовательность, не приведены результаты исследования. Студент не ориентируется в тексте работы, при защите допускает

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика»		

		сформированы: теоретические знания имеются, но они разрознены, умения и навыков отсутствуют // Либо, если ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказывается от ответа на поставленные вопросы.	грубые фактические ошибки при ответах на поставленные вопросы или вовсе не отвечает на них. Студентом продемонстрирована неготовность к самостоятельной профессиональной деятельности.
--	--	---	--

### 11. Материально-техническая база

Для изучения студентами дисциплины Б1.В.17 «Вейвлет анализ» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Прикладная математика и информатика» требуется:

1. Лекционная аудитория, укомплектованная учебной мебелью, мультимедийной техникой(проектор и ноутбук), экраном. Для проведения практических занятий требуется компьютерный класс, укомплектованный учебной мебелью, мультимедийной техникой(проектор и ноутбук), экраном, рабочими станциями с установленной системой компьютерной алгебры МАХІМА.
2. Для подготовки студентов (самостоятельной работы) необходима следующая материально-техническая база: помещение для самостоятельной работы, оборудованное учебной мебелью, рабочими станциями с установленной системой компьютерной алгебры МАХІМА и подключением к сети Интернет и ЭБС [ibooks.ru](http://ibooks.ru), ЭБС [elibrary](http://elibrary.ru); библиотека