

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
\_\_\_\_\_ Д.А. Таюрский  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Вейвлеты и их применения

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика  
Профиль подготовки: Математика в цифровой экономике  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2021

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Липачев Е.К. (кафедра цифровой аналитики и технологий искусственного интеллекта., Институт информационных технологий и интеллектуальных систем), elipachev@gmail.com

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-4	Способен ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики; обладать способностями к эффективному применению и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах
ПК-5	Способен преподавать математику и информатику в средней школе, специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные идеи, лежащие в основе теории вейвлетов, алгоритмы обработки изображений.

Должен уметь:

выводить и доказывать основные соотношения вейвлет-анализа.

Должен владеть:

Обучаемый должен владеть приемами компьютерной обработки изображений с помощью вейвлет-анализа.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Обучаемый должен демонстрировать способность и готовность применять аппарат вейвлетов Хаара, Добеши, сплайн-вейвлетов при обработке сигналов и изображений.

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.04.05 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.01 "Математика (Математика в цифровой экономике)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 69 часа(ов), в том числе лекции - 32 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 39 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Функция Хаара. Вейвлет Хаара. Система сдвигов и растяжений функции и вейвлета Хаара. Построение вложенной цепочки пространств в пространстве квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Доказательство ортонормированности системы функций. Определение ортогонального кратномасштабного анализа пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси.	7	2	0	2	0	0	0	4
2.	Тема 2. Преобразование Фурье в пространстве интегрируемых функций на $\mathbb{R}$ . Определение преобразования Фурье для функций из пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Обратное преобразование Фурье. Основные свойства преобразования Фурье. Преобразование Фурье функции Хаара. Преобразование Фурье свертки функций. Преобразование Фурье сплайнов. Масштабирующее уравнение. Преобразование Фурье масштабирующего уравнения. Функция отклика. Свойства функции отклика.	7	4	0	4	0	0	0	7
3.	Тема 3. Определение ортогонального двумерного кратномасштабного разложения пространства $L_2(\mathbb{R}^2)$ . Определения сепарабельного и несепарабельного разложений двумерного кратномасштабного разложения пространства $L_2(\mathbb{R}^2)$ . Построение сепарабельного кратномасштабного анализа пространства $L_2(\mathbb{R}^2)$ . Компьютерный анализ графических данных.	7	2	0	2	0	0	0	4
4.	Тема 4. Двумерный кратномасштабный анализ на основе сдвигов функции Хаара и вейвлетов Хаара. Графическая иллюстрация построения сепарабельного базиса. Аппроксимирующие и детализирующие (горизонтальные, вертикальные, диагональные) коэффициенты разложения изображения по сепарабельному базису.	7	2	0	2	0	0	0	4

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
5.	Тема 5. Схема разложения изображения по базису. Разложение изображений с помощью функций пакета MatLab. Анализ изображений в пакете MatLab. Сжатие изображений как поиск приближения в вейвлет-базисе. Сжатие изображений ? алгоритм на основе вейвлетов.	7	2	0	4	0	0	0	4
6.	Тема 6. Поиск изображения в базе данных изображений, в случае когда запрос выражается либо как изображение с низким разрешением, например, полученное с помощью сканера или видеокамеры; либо как грубый набросок искомого изображения, нарисованный самим пользователем. Расстояние между графическими объектами. Усечение. Квантование. Формирование метрики запроса изображения. Вычисление метрики запроса. Быстрое вычисление метрики. Алгоритм формирования запроса изображения.	7	2	0	2	0	0	0	4
7.	Тема 7. Вейвлеты с компактным носителем и с N нулевыми моментами. Построение вейвлетов Добеши порядка 2 и 3. Вычисление значений вейвлетов Добеши с помощью каскадного алгоритма. Программа вычисления значений вейвлетов Добеши.	7	4	0	4	0	0	0	
8.	Тема 8. Вычисление вейвлетов Добеши второго и третьего порядков с помощью функций пакета MatLab. Вычисление вейвлетов Добеши в среде Wolfram Mathematica. Построение графиков вейвлетов Добеши с помощью функций пакета MatLab. Построение графиков вейвлетов Добеши в среде Wolfram Mathematica.	7	4	0	4	0	0	0	4
9.	Тема 9. Функции Wavelet Toolbox пакета MatLab. Функции загрузка изображений. Разложение изображений с помощью функции Wavelet Toolbox пакета MatLab. Сжатие изображений с помощью функции Wavelet Toolbox пакета MatLab.	7	2	0	4	0	0	0	4
10.	Тема 10. Вейвлет-обозреватель (Wavelet Explorer) среды Wolfram Mathematica. Функции пакета Mathematica для выполнения вейвлет-преобразований. Анализ одномерных сигналов в среде Wolfram Mathematica. Удаление шума в среде Wolfram Mathematica.	7	4	0	4	0	0	0	4

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
11.	Тема 11. Функции обработки изображений среды Wolfram Mathematica. Вейвлет-Анализ изображений в среде Wolfram Mathematica.	7	4	0	4	0	0	0	
	Итого		32	0	36	0	0	0	39

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1. Функция Хаара. Вейвлет Хаара. Система сдвигов и растяжений функции и вейвлета Хаара. Построение вложенной цепочки пространств в пространстве квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Доказательство ортонормированности системы функций. Определение ортогонального кратномасштабного анализа пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси.**

Определение функции и вейвлет Хаара. Система сдвигов и растяжений функции и вейвлета Хаара. Основные свойства этих функций. Линейная независимость функций и ортогональность в пространстве  $L_2$ . Доказательство вложенности пространства, образованного сдвигами функции Хаара в пространство, образованное растяжением и сдвигами функции Хаара. Построение вложенной цепочки пространств в пространстве квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Доказательство ортонормированности системы функций. Определение ортогонального кратномасштабного анализа пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси.

**Тема 2. Преобразование Фурье в пространстве интегрируемых функций на  $\mathbb{R}$ . Определение преобразования Фурье для функций из пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Обратное преобразование Фурье. Основные свойства преобразования Фурье. Преобразование Фурье функции Хаара. Преобразование Фурье вейвлета Хаара. Преобразование Фурье свертки функций. Преобразование Фурье сплайнов. Масштабирующее уравнение. Преобразование Фурье масштабирующего уравнения. Функция отклика. Свойства функции отклика.**

Определение преобразование Фурье в пространстве интегрируемых функций на  $\mathbb{R}$ . Свойства преобразования Фурье (линейность, преобразование от функции сдвига, преобразование функции растяжения). Определение преобразования Фурье для функций из  $L_2$ . Обратное преобразование Фурье. Преобразование Фурье функции Хаара. Преобразование Фурье вейвлета Хаара. Преобразование Фурье свертки функций. Преобразование Фурье сплайнов. Масштабирующее уравнение. Преобразование Фурье масштабирующего уравнения. Функция отклика. Свойства функции отклика.

**Тема 3. Определение ортогонального двумерного кратномасштабного разложения пространства  $L_2(\mathbb{R}^2)$ . Определения сепарабельного и несепарабельного разложений двумерного кратномасштабного разложения пространства  $L_2(\mathbb{R}^2)$ . Построение сепарабельного кратномасштабного анализа пространства  $L_2(\mathbb{R}^2)$ . Компьютерный анализ графических данных.**

Двумерное кратномасштабное разложение пространства  $L_2(\mathbb{R} \times \mathbb{R})$ . Определения сепарабельного и несепарабельного разложений двумерного кратномасштабного разложения пространства  $L_2(\mathbb{R} \times \mathbb{R})$ . Построение сепарабельного кратномасштабного анализа пространства  $L_2(\mathbb{R} \times \mathbb{R})$ . Пример несепарабельного разложения. Вывод формул, определяющих сепарабельное разложение на основе функций и вейвлетов Хаара. Компьютерный анализ графических данных.

**Тема 4. Двумерный кратномасштабный анализ на основе сдвигов функции Хаара и вейвлетов Хаара. Графическая иллюстрация построения сепарабельного базиса. Аппроксимирующие и детализирующие (горизонтальные, вертикальные, диагональные) коэффициенты разложения изображения по сепарабельному базису.**

Построение двумерного кратномасштабного анализа на основе сдвигов функции Хаара и вейвлетов Хаара. Компьютерное построение этого базиса. Графическая иллюстрация построения сепарабельного базиса. Аппроксимирующие и детализирующие (горизонтальные, вертикальные, диагональные) коэффициенты разложения изображения по сепарабельному базису. Пример работы с изображениями.

**Тема 5. Схема разложения изображения по базису. Разложение изображений с помощью функций пакета MatLab. Анализ изображений в пакете MatLab. Сжатие изображений как поиск приближения в вейвлет-базисе. Сжатие изображений ? алгоритм на основе вейвлетов.**

Построение схемы разложения изображений по сепарабельному двумерному базису. Разложения изображений по сепарабельному двумерному базису на основе вейвлетов Хаара. Разложение изображений с помощью функций пакета WaveletToolbox MatLab. Функции анализа изображений в системе MatLab. Сжатие изображений в системе MatLab-алгоритм на основе вейвлетов.



**Тема 6. Поиск изображения в базе данных изображений, в случае когда запрос выражается либо как изображение с низким разрешением, например, полученное с помощью сканера или видеокамеры; либо как грубый набросок искомого изображения, нарисованный самим пользователем. Расстояние между графическими объектами. Усечение. Квантование. Формирование метрики запроса изображения. Вычисление метрики запроса. Быстрое вычисление метрики. Алгоритм формирования запроса изображения.**

Задача поиска изображения в базе данных изображений. Поиск изображения с помощью запроса, сформированного либо как изображение с низким разрешением, например, полученное с помощью сканера или видеокамеры; либо как грубый набросок искомого изображения, нарисованный самим пользователем. Определение функции расстояния между графическими объектами. Метод усечения. Метод квантования. Формирование метрики запроса изображения. Алгоритм вычисления метрики запроса. Быстрое вычисление метрики. Алгоритм формирования запроса изображения.

**Тема 7. Вейвлеты с компактным носителем и с  $N$  нулевыми моментами. Построение вейвлетов Добеши порядка 2 и 3. Вычисление значений вейвлетов Добеши с помощью каскадного алгоритма. Программа вычисления значений вейвлетов Добеши.**

Функции с компактным носителем. Функции с нулевыми моментами. Вейвлеты с компактным носителем и с  $N$  нулевыми моментами. Алгебраический метод построения вейвлетов Добеши порядка 2 и 3. Вычисление значений вейвлетов Добеши с помощью каскадного алгоритма. Компьютерное вычисление значений вейвлетов Добеши.

**Тема 8. Вычисление вейвлетов Добеши второго и третьего порядков с помощью функций пакета MatLab. Вычисление вейвлетов Добеши в среде Wolfram Mathematica. Построение графиков вейвлетов Добеши с помощью функций пакета MatLab. Построение графиков вейвлетов Добеши в среде Wolfram Mathematica.**

Функции вычисления вейвлетов Добеши в MatLab. Программирование вычисления вейвлетов Добеши порядка 2. Программирование вычисления вейвлетов Добеши порядка 3. Программирование вычисления вейвлетов Добеши в среде Wolfram Mathematica. Построение графиков вейвлетов Добеши порядков 2 и 3 в среде Wolfram Mathematica.

**Тема 9. Функции Wavelet Toolbox пакета MatLab. Функции загрузки изображений. Разложение изображений с помощью функции Wavelet Toolbox пакета MatLab. Сжатие изображений с помощью функции Wavelet Toolbox пакета MatLab.**

Знакомство и практическое использование функций пакета Wavelet Toolbox среды MatLab. Функции загрузки изображений и разложение изображений в пакете Wavelet Toolbox среды MatLab. Функции сжатия изображений в пакете Wavelet Toolbox среды MatLab. Загрузка тестовых примеров и выполнение стандартных операций в соответствии с документацией.

**Тема 10. Вейвлет-обозреватель (Wavelet Explorer) среды Wolfram Mathematica. Функции пакета Mathematica для выполнения вейвлет-преобразований. Анализ одномерных сигналов в среде Wolfram Mathematica. Удаление шума в среде Wolfram Mathematica.**

Изучение пакета "Вейвлет-обозреватель" (Wavelet Explorer) среды Wolfram Mathematica. Применение функций системы Mathematica для выполнения вейвлет-преобразований. Просмотр справочной информации по функциям вейвлет-преобразования пакет "Вейвлет-обозреватель". Анализ одномерных сигналов в среде Wolfram Mathematica.

**Тема 11. Функции обработки изображений среды Wolfram Mathematica. Вейвлет-Анализ изображений в среде Wolfram Mathematica.**

Изучение функции среды Wolfram Mathematica, предназначенных для обработки цифровых изображений в справочной службе среды. Загрузка тестовых изображений и их обработка в соответствии с документацией, приведенной в справочной службе. Практический компьютерный анализ изображений с помощью этих функций.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Вейвлет-анализ - <https://www.wolfram.com/mathematica/new-in-8/wavelet-analysis/index.ru.html?footer=lang>

Дискретное стационарное вейвлет-преобразование -

[https://www.wolfram.com/mathematica/new-in-8/wavelet-analysis/stationary-wavelet-transform-\(swt\).ru.html](https://www.wolfram.com/mathematica/new-in-8/wavelet-analysis/stationary-wavelet-transform-(swt).ru.html)

Обработка сигналов и изображений - <http://matlab.exponenta.ru/wavelet/book1/index.php>

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Вейвлет-анализ - <https://www.wolfram.com/mathematica/new-in-8/wavelet-analysis/index.ru.html?footer=lang>

Дискретное стационарное вейвлет-преобразование -

[https://www.wolfram.com/mathematica/new-in-8/wavelet-analysis/stationary-wavelet-transform-\(swt\).ru.html](https://www.wolfram.com/mathematica/new-in-8/wavelet-analysis/stationary-wavelet-transform-(swt).ru.html)

Список функций Wavelet Toolbox - <http://matlab.exponenta.ru/wavelet/book1/index.php>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**



Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекции сопровождаются презентациями. Презентации содержат основные положения теории вейвлетов. Презентация предоставлена обучаемым в начале курса и предполагается, что при проведении лекции обучаемые уже знакомы с содержанием лекции, что дает возможность в живом общении обсудить наиболее сложные моменты обсуждаемого материала.
практические занятия	Практические занятия проводятся в компьютерных классах Института математики и механики. На практических занятиях отрабатываются не только приемы работы с вейвлет-функциями в средах MatLab и Wolfram Mathematica, но и проводится разбор доказательств основных теорем и подробный вывод важнейших формул теории вейвлетов.
самостоятельная работа	При проведении самостоятельной работы рекомендую использовать сетевые ресурсы научной библиотеки КФУ, а также локальные электронные ресурсы Института математики и механики КФУ. Лекции сопровождаются презентацией, в которой достаточно подробно изложен материал данного курса - презентация предоставляется всем студентам, посещающим курс.
экзамен	Экзамен проводится индивидуально. Предварительно обучаемый в течении семестра загружает на сетевой диск выполненные компьютерные программы по выбранным темам, а также презентации научных докладов, сделанных во время прохождения курса. На зачете обучаемый получает индивидуальное задание, соответствующее программе.

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.01 "Математика" и профилю подготовки "Математика в цифровой экономике".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Математика в цифровой экономике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

#### Основная литература:

1. Агачев Ю.Р. Прямые полиномиальные и сплайновые методы решения интегральных уравнений второго рода: учебное пособие / Ю.Р. Агачев, Е.К. Липачев. - Казань: Казанский университет, 2017. - 68 с. - Текст : электронный. - URL: [https://kpfu.ru//staff\\_files/F236673923/Agachev\\_Lipachev.pdf](https://kpfu.ru//staff_files/F236673923/Agachev_Lipachev.pdf) (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: открытый.
2. Кравченко, В. Ф. Алгебра логики, атомарные функции и вейвлеты в физических приложениях : учебное пособие / В. Ф. Кравченко, В. Л. Рвачев. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 416 с. - ISBN 5-9221-0752-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59449> (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Вейвлеты в нейродинамике и нейрофизиологии : монография / А. А. Короновский, В. А. Макаров, А. Н. Павлов, Е. Ю. Ситникова. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 272 с. - ISBN 978-5-9221-1498-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59659> (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Липачёв Е. К. Технология программирования. Методы сортировки данных: учебное пособие / Е.К. Липачёв. - Казань: Казанский университет, 2017. - 58 с. - Текст : электронный. - URL: [https://kpfu.ru//staff\\_files/F1066117885/Methody\\_sortirovki.pdf](https://kpfu.ru//staff_files/F1066117885/Methody_sortirovki.pdf) (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: открытый.
2. Короновский, А. А. Непрерывный вейвлетный анализ и его приложения : учебное пособие / А. А. Короновский, А. Е. Храмов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 176 с. - ISBN 5-9221-0389-X. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2210> (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Липачев Е.К. Технология программирования. Базовые конструкции C/C++ : учебно-справочное пособие / Е. К. Липачёв ; Казан. федер. ун-т. - Казань : [Казанский университет], 2012. - 139 с. - Текст : электронный. - URL: [https://kpfu.ru//staff\\_files/F614532834/%D2%E5%F5%ED%EE%EB%EE%E3%E8%FF%20%EF%F0%EE%E3%F0%E0%EC%EC%F0](https://kpfu.ru//staff_files/F614532834/%D2%E5%F5%ED%EE%EB%EE%E3%E8%FF%20%EF%F0%EE%E3%F0%E0%EC%EC%F0) (дата обращения: 18.03.2020). - Режим доступа: открытый.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.04.05 Вейвлеты и их применения

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Математика в цифровой экономике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows