

Минобрнауки России
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)**

УТВЕРЖДАЮ



Заведующий кафедрой
Кургалин Сергей Дмитриевич
Кафедра цифровых технологий

25.06.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.05.01 Алгоритмы цифровой обработки сигналов

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

02.03.01 Математика и компьютерные науки

2. Профиль подготовки/специализация:

Распределенные системы и искусственный интеллект

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавриат

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра цифровых технологий

6. Составители программы:

Минин Леонид Аркадьевич, кандидат физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована:

протокол НМС ФКН № 5 от 10.03.2021

8. Учебный год:

2023-2024

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

ознакомление слушателей с базовыми методами цифровой обработки сигналов, формирование практических навыков реализации алгоритмов анализа и синтеза сигналов, сглаживания исходных данных и сжатия информации. Самостоятельная разработка и реализация алгоритмов позволит слушателям более эффективно и грамотно использовать мощные современные пакеты прикладных программ.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

дисциплина относится к вариативной части блока Б1. Для успешного освоения дисциплины требуется предварительное изучение математического анализа и знание основ программирования.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) и индикаторами их достижения:

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
<p>ПК-1 Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий.</p>	<p>ПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий</p>	<p>Знает теоретические основы Фурье-анализа; методы анализа и синтеза сигналов с помощью ортогональных систем; основные конструкции сплайн – функций и всплесков с компактным носителем.</p>
<p>ПК-3 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники.</p>	<p>ПК-3.1 Знает основные методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программных продуктов и программных комплексов, их сопровождения, администрирования и развития (эволюции)</p>	<p>Знает основные методы разработки программного обеспечения для решения задач цифровой обработки сигналов.</p>
<p>ПК-4 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.</p>	<p>ПК-4.1 Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования</p>	<p>Знает основные методы разработки и реализации алгоритмов анализа и синтеза сигналов.</p>

<p>ПК-4 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.</p>	<p>ПК-4.2 Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования</p>	<p>Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы анализа и синтеза цифровых сигналов.</p>
<p>ПК-4 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.</p>	<p>ПК-4.3 Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования</p>	<p>Владеет навыками разработки и реализации алгоритмов анализа и синтеза цифровых сигналов с использованием современных программных средств.</p>
<p>ПК-3 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники.</p>	<p>ПК-3.2 Умеет использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта</p>	<p>Умеет грамотно применять существующие пакеты прикладных программ для обработки цифровой информации, а также разрабатывать собственные программы для обработки цифровой информации.</p>
<p>ПК-3 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники.</p>	<p>ПК-3.3 Имеет практический опыт применения указанных выше методов и технологий</p>	<p>Владеет навыками применения методов проектирования программ для решения задач цифровой обработки сигналов.</p>

ПК-1 Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий.	ПК-1.2 Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике	Умеет реализовывать алгоритмы дискретного преобразования Фурье, разложения по сплайнам и всплескам; осуществлять процедуры сглаживания и сжатия цифровой информации.
ПК-1 Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий.	ПК-1.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике	Владеет навыком практического применения методов цифровой обработки сигналов для решения прикладных задач.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

4/144

Форма промежуточной аттестации:

Зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Семестр 5	Всего
Аудиторные занятия	66	66
Лекционные занятия	34	34
Практические занятия	16	16
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа	78	78
Курсовая работа	0	0
Промежуточная аттестация	0	0
Часы на контроль	0	0
Всего	144	144

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1	Ряды Фурье и тригонометрическая интерполяция	Ряды Фурье в вещественной и комплексной формах, ряды Фурье по косинусам и синусам. Скорость убывания коэффициентов и гладкость функций. Тригонометрическая интерполяция.	
2	Дискретное преобразование Фурье и его свойства	Скалярное произведение, норма и свёртка многомерных векторов. Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Свойства ДПФ. Быстрое преобразование Фурье.	
3	Теорема Шеннона – Котельникова	Функция отсчётов. Теорема Шеннона – Котельникова. Переход от преобразования Фурье к ДПФ.	
4	Интерполяционные, сглаживающие, базисные и фундаментальные сплайны	Интерполяционные формулы Лагранжа и Эрмита. Определение сплайнов произвольного порядка. Алгоритм построения кубического сплайна. Метод прогонки. Понятие о сглаживающих сплайнах. Базисные и фундаментальные сплайны.	
5	Ортогональные и биортогональные всплески с компактным носителем	Система функций Хаара. Масштабирующая функция. Определение всплеска. Ортогональность всплесков и масштабирующей функции. Формулы анализа и синтеза. Пирамидальный алгоритм Малла. Всплески Добеши. Носитель. Несимметричность.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Ряды Фурье и тригонометрическая интерполяция	8	4	4	18	34
2	Дискретное преобразование Фурье и его свойства	8	4	4	18	34
3	Теорема Шеннона - Котельникова	6	2	2	14	24
4	Интерполяционные, сглаживающие, базисные и фундаментальные сплайны	6	4	4	14	28
5	Ортогональные и биортогональные всплески с компактным носителем	6	2	2	14	24
		34	16	16	78	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины складывается из аудиторной работы (учебной деятельности, выполняемой под руководством преподавателя) и внеаудиторной работы (учебной деятельности, реализуемой обучающимся самостоятельно).

Аудиторная работа состоит из работы на лекциях и выполнения практических (или лабораторных) заданий в объёме, предусмотренном учебным планом. Лекция представляет собой последовательное и систематическое изложение учебного материала, направленное на знакомство обучающихся с основными понятиями и теоретическими положениями изучаемой дисциплины. Лекционные занятия формируют базу для практических (или лабораторных) занятий, на которых полученные теоретические знания применяются для решения конкретных практических задач. Обучающимся для успешного освоения дисциплины рекомендуется вести конспект лекций и практических (лабораторных) занятий.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов лекций, презентационным материалом (при наличии) и конспектов практических (лабораторных) занятий. В качестве плана для самостоятельной работы

может быть использован раздел 13.1 настоящей рабочей программы, в котором зафиксированы разделы дисциплины и их содержание. В разделе 13.2 рабочей программы определяется количество часов, отводимое на самостоятельную работу по каждому разделу дисциплины. Больше количество часов на самостоятельную работу отводится на наиболее трудные разделы дисциплины. Для самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины используется перечень литературы и других ресурсов, перечисленных в пунктах 15 и 16 настоящей рабочей программы.

Успешность освоения дисциплины определяется систематичностью и глубиной аудиторной и внеаудиторной работы обучающегося.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к online занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Источник
1	Кравченко, В. Ф. Цифровая обработка сигналов атомарными функциями и вейвлетами = Digital Signal Processing by Atomic Functions and Wavelets : монография / В.Ф. Кравченко, Д.В. Чуриков ; под ред. В. Ф. Кравченко .— Москва : Техносфера, 2018 .— 182 с. : ил.,табл., схем. — (Мир цифровой обработки) .— Библиогр.: с. 171-178. — http://biblioclub.ru/ .— ISBN 978-5-94836-506-0 .— <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496505 >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер ; пер. С. Ф. Боев .— 3-е изд., испр. — Москва : Техносфера, 2012 .— 1048 с. — (Мир радиоэлектроники) .— http://biblioclub.ru/ .— ISBN 978-5-94836-329-5 .— <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233730 >.
2	Хафизов, Д. Г. Цифровая обработка сигналов : лабораторный практикум. 1 / Д.Г. Хафизов, Р.Г. Хафизов, С.А. Охотников ; Поволжский государственный технологический университет .— Йошкар-Ола : ПГТУ, 2018 .— 72 с. : ил. — Библиогр.: с. 69. — http://biblioclub.ru/ .— ISBN 978-5-8158-2003-6 .— <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494308 >.
3	Умняшкин, С.В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Умняшкин С.В. - Второе издание, исправленное и дополненное. - М. : Техносфера, 2012. — Москва : Техносфера, 2012 .— 368 с. — Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Умняшкин С.В. - Второе издание, исправленное и дополненное. - М. : Техносфера, 2012. — ISBN 5-94836-318-9 .— <URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363189.html >.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	ЗНБ ВГУ: https://lib.vsu.ru/
2	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online": http://biblioclub.ru/
3	Электронно-библиотечная система "Лань": https://e.lanbook.com/
4	Электронно-библиотечная система "Консультант студента": http://www.studmedlib.ru
5	Электронный университет ВГУ: https://edu.vsu.ru/

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер ; пер. С. Ф. Боев .— 3-е изд., испр. — Москва : Техносфера, 2012 .— 1048 с. — (Мир радиоэлектроники) .— http://biblioclub.ru/ .— ISBN 978-5-94836-329-5 .— <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233730 >.
2	Хафизов, Д. Г. Цифровая обработка сигналов : лабораторный практикум. 1 / Д.Г. Хафизов, Р.Г. Хафизов, С.А. Охотников ; Поволжский государственный технологический университет .— Йошкар-Ола : ПГТУ, 2018 .— 72 с. : ил. — Библиогр.: с. 69. — http://biblioclub.ru/ .— ISBN 978-5-8158-2003-6 .— <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494308 >.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 477

Учебная аудитория: специализированная мебель, ноутбук HP Pavilion Dv9000-er, мультимедийный проектор, экран

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount - 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 479

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i5-8400-2,8ГГц, монитор с ЖК 19», мультимедийный проектор, экран

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 505п

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i5-3220-3.3ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 292

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя Pentium-G3420-3,2ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран. Система для видеоконференций Logitech ConferenceCam

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 297

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i3-3240-3,4ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 380

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i3-3240-3,4ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 290

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i7-7800x-4ГГц, мониторы ЖК 27» (12 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 291

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-3220-3,3ГГц, мониторы ЖК 19» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 293

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-8100-3,6ГГц, мониторы ЖК 22» (17 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 295

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-9100-3,6ГГц, мониторы ЖК 24» (14 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 382

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i5-9600KF-3,7ГГц, мониторы ЖК 24» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 383

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i7-9700F-3ГГц, мониторы ЖК 27» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 384

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-2120-3,3ГГц, мониторы ЖК 22» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 385

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-2120-3,3ГГц, мониторы ЖК 19» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 301п

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-2120-3,3ГГц, мониторы ЖК 17» (15 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 303п

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-8100-3,9ГГц, мониторы ЖК 24» (13 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 314п

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-7100-3,6ГГц, мониторы ЖК 19» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 316п

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-9100-3,6ГГц, мониторы ЖК 19» (30 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Foxit PDF Reader

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
1	Разделы 1-5	ПК-1	ПК-1.1	Письменный опрос
2	Разделы 1-5	ПК-3	ПК-3.1	Письменный опрос
3	Разделы 1-5	ПК-4	ПК-4.1	Письменный опрос
4	Разделы 1-5	ПК-4	ПК-4.2	Лабораторные работы
5	Разделы 1-5	ПК-4	ПК-4.3	Лабораторные работы
6	Разделы 1-5	ПК-3	ПК-3.2	Лабораторные работы
7	Разделы 1-5	ПК-3	ПК-3.3	Лабораторные работы
8	Разделы 1-5	ПК-1	ПК-1.2	Лабораторные работы

9	Разделы 1-5	ПК-1	ПК-1.3	Лабораторные работы
---	-------------	------	--------	---------------------

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Зачет с оценкой

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Перечень вопросов для письменного опроса

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Задания для лабораторных работ

Задания для выполнения на компьютере к разделам 1 и 2.

Задание 1 (15 баллов). Провести синтез сигнала по конечному числу коэффициентов ряда Фурье. Построить график и исследовать поведение синтезируемого сигнала в зависимости от количества коэффициентов.

$$1) \quad f(x) = x + 1, \quad x \in [-\pi, \pi], \quad f(x) \sim 1 - 2 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^k}{k} \sin(kx);$$

$$2) \quad f(x) = |x|, \quad x \in [-1, 1], \quad f(x) \sim \frac{1}{2} + \frac{2}{\pi^2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{((-1)^k - 1)}{k^2} \cos(\pi kx).$$

Задание 2 (20 баллов). Создать программу для анализа и синтеза дискретного сигнала с помощью дискретного преобразования Фурье (ДПФ).

Задание 3 (15 баллов). Численная проверка равенства Парсеваля и свойства ДПФ свёртки.

Задания для выполнения на компьютере к разделам 3 и 4.

Задание 1 (20 баллов). Создать программу для решения систем уравнений с трёхдиагональной матрицей методом прогонки.

Задание 2 (30 баллов). Построение интерполяционных кубических сплайнов для различных тестовых функций $f(x)$

$$1) \quad f(x) = xe^{-x}, \quad x \in [0, 1]$$

$$2) \quad f(x) = \sin(\pi x), \quad x \in [-1, 1]$$

Задания для выполнения на компьютере к разделу 5.

Задание 1 (20 баллов). Численная проверка уравнений для коэффициентов, задающих всплески Добеши различного порядка (коэффициенты берутся из соответствующих таблиц).

$$\sum_{k \in \mathbb{Z}} h_k h_{k+2m} = \delta_{0m}, \quad m \in \mathbb{Z}.$$

Задание 2 (30 баллов). Создать программу анализа и синтеза дискретного сигнала с помощью всплесков Хаара.

20.2 Промежуточная аттестация

Перечень вопросов для письменного опроса

Раздел 1. Ряды Фурье и тригонометрическая интерполяция.

1. Ряды Фурье в вещественной и комплексной формах, ряды Фурье по косинусам и синусам.
2. Скорость убывания коэффициентов и гладкость функций.
3. Тригонометрическая интерполяция.
- 4.

Раздел 2. Дискретное преобразование Фурье и его свойства.

1. Скалярное произведение и свёртка n-мерных векторов.
2. Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье (ДПФ).
3. Свойства ДПФ.
4. Быстрое преобразование Фурье.

Раздел 3. Теорема Шеннона - Котельникова.

1. Интеграл Дирихле. Функция отсчётов.
2. Теорема Шеннона - Котельникова.
3. Переход от преобразования Фурье к ДПФ.

Раздел 4. Интерполяционные, сглаживающие, базисные и фундаментальные сплайны.

1. Интерполяционные формулы Лагранжа и Эрмита.
2. Алгоритм построения кубического сплайна.
3. Понятие о сглаживающих сплайнах.
4. Базисные и фундаментальные сплайны.

Раздел 5. Ортогональные и биортогональные всплески с компактным носителем.

1. Система функций Хаара.
2. Масштабирующая функция, вывод уравнений на коэффициенты.
3. Определение всплеска. Ортогональность всплесков и масштабирующей функции.
4. Формулы анализа и синтеза. Пирамидальный алгоритм Малла.

Всплески Добеши. Носитель. Несимметричность.

Для оценивания результатов обучения на зачёте с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Обучающийся демонстрирует высокий уровень владения материалом, ориентируется в предметной области, верно отвечает на все дополнительные вопросы.	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному или двум из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Допускаются ошибки при воспроизведении части теоретических положений.	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трём из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Сформированные знания основных понятий, определений и теорем, изучаемых в курсе, не всегда полное их понимание с затруднениями при воспроизведении.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым четырём из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные знания (либо их отсутствие) основных понятий, определений и теорем, используемых в курсе.	-	Неудовлетворительно