

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ФТД.В.01 Цифровая обработка сигналов**

---

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

01.03.04 Прикладная математика

---

Направленность (профиль)

01.03.04 Прикладная математика

---

Форма обучения

очная

---

Год набора

2022

---

Красноярск 2023

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

**Старший преподаватель, Тутатчиков Валерий Сергеевич**

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Цифровая обработка сигналов» является изложение двух основных методов дискретизации интегральных преобразований, применяемых в обработке сигналов: дискретное преобразование Фурье и вейвлет-преобразование.

Появившийся в 60-х годах прошлого столетия быстрый метод вычисления дискретного преобразования Фурье дал мощный толчок развитию первого из перечисленных направлений. Что касается вейвлет-анализа, то на сегодняшний день он является одной из самых перспективных технологий анализа данных, его инструменты находят применение в самых различных сферах интеллектуальной деятельности.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины « студенты должны знать:

понятие пространства сигналов и его функциональные свойства;

дискретное преобразование Фурье;

основные методы обработки сигналов (линейная фильтрация, спектральный анализ, частотно-временной анализ, вычисление корреляций);

быстрое преобразование Фурье;

дискретный базис Хаара, быстрое преобразование Хаара;

элементы вейвлет-анализа;

уметь:

применять быстрое преобразование Фурье и вейвлет-преобразование к обработке сигналов;

создавать программное обеспечение для обработки сигналов.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-2: Способен самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук</b>	
ПК-2.1: Знать теоретические основы фундаментальных наук и их задачи; подходы к изучению новых подходов изучения фундаментальных наук.	
ПК-2.2: Уметь творчески применять полученную научную информацию в своей профессиональной деятельности;	

ПК-2.3: Владеть методами	
овладения новой информацией, навыками изучения новых разделов фундаментальных наук.	

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: <https://e.sfu-kras.ru/enrol/index.php?id=9966>.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>0,5 (18)</b>	
практические занятия	0,5 (18)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п		Модули, темы (разделы) дисциплины		Контактная работа, ак. час.							
				Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
						Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
				Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Быстрое преобразование Фурье. Базис Хаара</b>											
		1. Вычет по модулю; наибольший общий делитель целых чисел и его линейное представление; взаимно простые числа; сравнения с одним неизвестным. Эйлеровы перестановки, перестановки , и алгоритмы их вычисления. Поразрядное сложение и его свойства.				2					
		2. Понятия сигнала и импульса. Пространство сигналов. Линейная независимость сигналов. Скалярное произведение и норма сигналов. Ортонормированные системы сигналов.				1					
		3. Дискретное преобразование Фурье и его свойства. Формула обращения. Скалярное произведение спектров Фурье. Отсчеты. Восстановление сигнала по отсчетам.				2					

4. Циклическая свертка и её свойства. Сдвиги сигнала. Разложение сигнала по базису сдвигов. Фильтр и его импульсная характеристика. Взаимная корреляция сигналов. Автокорреляционная функция. Согласованный с сигналом фильтр. Дельта-коррелированные сигналы. Фильтр подавления боковых лепестков			2					
5. Быстрое преобразование Фурье. Алгоритм Кули-Тьюки (Cooley-Tukey) с прореживанием по времени. Вейвлетные базисы и вейвлетные подпространства. Дискретный базис Хаара и быстрое преобразование Хаара, связанное с прореживанием по времени.			2					
6. Быстрое преобразование Фурье с прореживанием по частоте. Дискретный базис Хаара и быстрое преобразование Хаара, связанное с прореживанием по частоте.			1					
7. Быстрое преобразование Фурье. Базис Хаара							27	
<b>2. Вейвлет-преобразование</b>								
1. Интегральное вейвлет-преобразование. Формула обращения. Параметры вейвлет-преобразования. Дискретные вейвлет-преобразования. Материнский вейвлет и базис вейвлет-преобразования.			4					
2. Алгоритм анализа модельных временных рядов: графическое представление исходного ряда во временной области; исключение тренда и центрирование ряда; оценка дисперсии временного ряда; вычисление вейвлет-преобразования; дискретизация аргументов; вычисление и визуализация скалограммы; вычисление скелетона; выделение сигнала из шума; вычисление скейлограммы.			4					

3. Вейвлет-преобразование							27	
Всего			18				54	



## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Малла С., Жилейкие Я.М. Вейвлет в обработке сигналов(Москва: Мир).
2. Гадзиковский В. И. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие (Москва: СОЛОН-Пресс).
3. Смоленцев Н. К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB: учеб. пособие(Москва: ДМК Пресс).
4. Ролдугин С.В., Паринов А.В. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие(Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга").
5. Глинченко А. С. Цифровая обработка сигналов: учебно-методическое пособие для аудиторных занятий и самостоятельной работы по дисциплине «Цифровая обработка сигналов»(Красноярск: СФУ).
6. Кириллова С. В. Математическое моделирование. Основы вейвлет-анализа: учеб. пособие для студентов вузов(Красноярск: СФУ).
7. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие(Москва: Техносфера).
8. Захарова Т. В., Шестаков О. В. Вейвлет-анализ и его приложения: учеб. пособие для студ. вузов по напр. "Физ.- мат. науки"(Москва: ИНФРА-М).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Методика проведения занятий допускает использование технических средств (проекторы, интерактивные доски), обеспеченных соответствующим программным обеспечением, предлагается применение вычислительной техники и стандартных пакетов прикладных программ (MS Office, MathCad, MathLab и др.)

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Наличие электронно-библиотечной системы (электронной библиотеки) и электронной информационно-образовательной среды СФУ, которые обеспечивают возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, как на территории СФУ, так и вне университета.

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Методика проведения занятий допускает как использование технических средств (проекторы, интерактивные доски), так и классические аудиторные занятия, обеспечиваемые стандартными материально-техническими средствами