

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.09  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цифровая обработка данных**  
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
01.04.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)  
Математическое моделирование

Форма обучения: очная

Год набора: 2022

Общая трудоемкость: ЗЕТ 5

**Распределение часов дисциплины по семестрам и видам занятий (по учебному плану)**

Семестр	4	Итого
Вид занятий \ Форма контроля	экзамен	
Лекции	14	14
Лабораторные		
Практические	14	14
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	32,35	32,35
Самостоятельная работа	116	116
Контроль	35,65	35,65
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

Рабочую программу составил(и):

профессор кафедры ПМИ, д.ф.-м..н., доцент С.В. Талалов.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВПО и учебного плана направления подготовки (специальности)

01.04.02 Прикладная математика и информатика

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Прикладная математика и информатика»

---

(протокол заседания № 2 от «15» 09 2021 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов знаний о современных методах и подходах к цифровой обработке данных

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Анализ данных

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Производственная практика (научно-исследовательская работа) 4, Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-3 – Способен управлять этапами жизненного цикла методологической и технологической инфраструктуры анализа данных в организации	ПК-3.1 Знает основные принципы управления этапами жизненного цикла методологической и технологической инфраструктуры анализа данных в организации	Знать: основные принципы управления этапами жизненного цикла методологической и технологической инфраструктуры анализа данных в организации  Уметь: управлять этапами жизненного цикла методологической и технологической инфраструктуры анализа данных в организации  Владеть: навыками управления этапами жизненного цикла методологической и технологической инфраструктуры анализа данных в организации
	ПК-3.2 Умеет грамотно использовать методологическую и технологическую инфраструктуру анализа данных в организации	Знать: основы методологического и технологического анализа данных в организации  Уметь: использовать методологическую и технологическую инфраструктуру анализа данных в организации  Владеть: навыками использования методологической и технологической инфраструктуры анализа данных в организации
	ПК-3.3 Владеет навыками управления этапами жизненного цикла методологической и технологической инфраструктуры	Знать: этапы жизненного цикла методологической и технологической инфраструктуры анализа данных в организации  Уметь: управлять этапами жизненного цикла методологической и технологической

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
	анализа данных в организации	инфраструктуры анализа данных в организации  Владеть: навыками управления этапами жизненного цикла методологической и технологической инфраструктуры анализа данных в организации

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Основные понятия в теории Цифровой обработке данных. Математические вопросы теории сигналов.	Лек	Тема 1. Понятие данных согласно ГОСТ. Данные и сигналы. Виды сигналов. Спектр сигнала. Преобразование Фурье. Оконное преобразование Фурье.	4	2	-	-	
	Пр	Практическая работа № 1. Построение частотно – временной характеристики сигнала при помощи оконного преобразования Фурье.	4	4			Отчет по практической работе № 1
	Лек	Тема 2. Линейная фильтрация сигнала. Простейшие модели линейной фильтрации. Некорректность задачи определения входного сигнала по выходному. Корректирующие алгоритмы в задачах линейной фильтрации Теорема отсчетов. Этапы оцифровки сигнала.	4	2	-	-	
	Пр	Практическая работа № 2. Моделирование линейных фильтров аналогового сигнала. Моделирование дискретных фильтров.	4	4	-	-	Отчет по практической работе № 2
	Лек	Тема 3. Дискретное преобразование Фурье. Математические вопросы теории дискретных сигналов и теории дискретного преобразования Фурье. Быстрое преобразование Фурье.	4	2			
	Ср	Темы модуля 1	4	58	-	-	
Модуль 2. Обработка сигналов.	Лек	Тема 4. Дискретные и цифровые фильтры. Аналого – цифровое и цифро – аналоговое преобразование.	4	4	-	-	-

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек.	Тема 5. Вейвлет – анализ сигналов. Математические вопросы в теории вейвлет – преобразования и вейвлет – анализа.	4	4			
	Пр	Практическая работа № 3 . Моделирование цифровых фильтров	4	6			Отчет по практической работе № 3
	Ср	Темы модуля 2	4	58	-	-	
	ПА		4	0,35	-	-	
	Контроль		4	35,65			
				<b>180</b>			

## 5. Образовательные технологии

Используются традиционные образовательные технологии: чтение лекций и проведение практических занятий – как в обычной аудитории, так и в компьютерном классе.

## 6. Методические указания по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины необходимо изучить теоретический материал, который излагается в лекционном курсе. При необходимости можно обращаться к литературе, указанной в программе. К каждому практическому занятию необходимо изучить уже пройденный лекционный материал.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ПК-3	Собеседование, Практические работы 1 – 4 Вопросы к экзамену № 1 - 60

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Собеседование\_\_\_\_\_

*(наименование оценочного средства)*

#### Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)

Расскажите, что вы понимаете под данными. Посредством чего переносятся данные? Что такое сигнал? Что такое спектр сигнала?

#### 7.2.2. \_ Комплект разноуровневых задач и заданий\_\_\_\_\_

*(наименование оценочного средства)*

#### Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)

**Практическая работа № 1.** Частотно – временной анализ аналогового сигнала при помощи оконного преобразования Фурье.

### Типовой пример задания

Дан зависящий от времени сигнал, построить частотно – временную характеристику сигнала при различном выборе оконной функции.

**Практическая работа № 2.** Построение амплитудно – частотной и фазо - частотной характеристики заданного сигнала.

### Типовой пример задания

Дан зависящий от времени сигнал  $f(t)$ , построить частотно – временную характеристику сигнала при различном выборе функции  $f(t)$ .

**Практическая работа № 3** Моделирование нерекурсивных фильтров.

### Типовой пример задания

Построить передаточную функцию, амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики заданного нерекурсивного фильтра.

**Практическая работа № 4.** Вейвлет – анализ сигналов.

### Типовой пример задания

Задана функция, постоянная на каждом из  $2^j$  интервалов, где  $j$  – заданное целое число. Разложить данную функцию по базису Хаара.

### Темы письменных работ

Письменные работы не предусмотрены.

**7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 4

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Что такое данные? Приведите примеры.
2	Что такое сигнал? Приведите примеры.
3	Как связаны между собой данные и сигналы?
4	Приведите классификацию сигналов по типам.
5	Что такое аналоговый сигнал? Приведите пример данных, которые такой сигнал может передавать.
6	Что такое дискретный сигнал? Приведите пример данных, которые такой сигнал может передавать.
7	Что такое цифровой сигнал? Приведите пример данных, которые такой сигнал может передавать.



№ п/п	Вопросы к экзамену
8	Что представляют собой процессы дискретизации и восстановления сигнала?
9	Что такое квантование сигнала?
10	Что такое аналого – цифровое преобразование?
11	Что такое цифро – аналоговое преобразование?
12	Дайте определение и перечислите основные свойства преобразования Фурье произвольных аналоговых сигналов.
13	Дайте определение и перечислите основные свойства преобразования Фурье периодических аналоговых сигналов.
14	Что такое спектр сигнала? В чем его смысл?
15	Что такое амплитудно – частотная и фазо -частотная характеристика сигнала?
16	Какой спектр имеет сигнал, состоящий из последовательных одинаковых прямоугольных импульсов?
17	Какие проблемы возникают при попытках описания спектра реальных сигналов стандартным преобразованием Фурье? Приведите примеры.
18	Что такое оконное преобразование Фурье? Как записывается обратное преобразование?
19	Что такое частотно – временной анализ сигнала?
20	Как может быть выполнена визуализация функции $S(\omega, t)$ , которая осуществляет частотно – временной анализ сигнала?
21	Что такое линейная фильтрация аналогового сигнала?
22	Как связаны входной $y(t)$ и выходной $f(t)$ аналоговые сигналы при линейной фильтрации?
23	Что такое идеальная линейная фильтрация?
24	Как связаны входной $y(t)$ и выходной $f(t)$ аналоговые сигналы при идеальной линейной фильтрации?
25	Какое уравнение возникает при описании линейной фильтрации сигнала?
26	Является ли корректной по Адамару задача решения уравнения, возникающего при описании линейной фильтрации сигнала?
27	В чем причина некорректности задачи решения уравнения, возникающего при описании линейной фильтрации сигнала?
28	Приведите пример алгоритмов улучшения корректности решения уравнения, возникающего при описании линейной фильтрации сигнала. Опишите недостатки алгоритмов.
29	В каком случае возможно полное восстановление аналогового сигнала $f(t)$ по измерениям этого сигнала в дискретные (через равные промежутки) моменты времени?
30	Сформулируйте и докажите теорему отсчетов (теорему Котельникова).
31	Опишите проблемы, которые возникают при описании реальных аналоговых сигналов по дискретным отсчетам при помощи теоремы Котельникова.
32	Приведите основные этапы оцифровки исходного аналогового сигнала.
33	Дайте определение линейного векторного пространства. Приведите примеры.
34	Дайте определение линейной зависимости векторов в линейном пространстве, определение размерности линейного пространства.
35	Дайте определение базиса линейного векторного пространства.
36	Что такое дискретное преобразование Фурье? Приведите его основные свойства.
37	Как записывается прямое и обратное дискретное преобразование Фурье в матричной форме?
38	Как определяется базис Фурье в теории дискретного преобразования Фурье? В чем заключается удобство использования данного базиса?

№ п/п	Вопросы к экзамену
39	Дайте определение оператора сдвига в теории дискретного преобразования Фурье. Как данный оператор применяется при анализе сигналов? Как такой оператор действует на преобразованный сигнал?
40	Какие проблемы возникают при численной реализации дискретного преобразования Фурье векторов большой размерности?
41	Дайте определение быстрого преобразования Фурье. Для чего применяется быстрое преобразование Фурье?
42	Что такое преобразование Лапласа? Для анализа каких сигналов используется такое преобразование?
43	Что такое дискретный фильтр сигнала? Что такое линейный дискретный фильтр?
44	Дайте определение рекурсивных и нерекурсивных дискретных фильтров.
45	Что такое $Z$ – преобразование в теории дискретных сигналов? Свойства $Z$ – преобразования.
46	Что такое передаточная функция линейной дискретной системы?
47	Что такое импульсная характеристика линейной дискретной системы? Как она связана с передаточной функцией?
48	Что такое устойчивый дискретный фильтр?
49	Что такое частотная характеристика линейного дискретного фильтра?
50	Что такое цифровой фильтр? Какие операции выполняются при реализации цифрового фильтра на компьютере?
51	Что такое аналого – цифровое и цифро – аналоговое преобразование сигнала? Какие ошибки могут возникать при таких преобразованиях?
52	Дайте определение линейного преобразования дискретного сигнала. Что такое линейное преобразование, инвариантное относительно сдвига? Какими свойствами оно обладает?
53	Что такое сигнал, локализованный в пространстве (времени)? Что такое сигнал, локализованный по частоте? Опишите проблемы, возникающие при анализе сигналов в базисе Фурье.
54	Что такое свертка двух дискретных сигналов? Свойства свертки.
55	Приведите пример задачи (анализ гистограммы), приводящей к понятию вейвлета.
56	В чем преимущество вейвлет – базиса по сравнению с базисом Фурье? Приведите примеры.
57	Какие функции генерируют вейвлет – базис?
58	Приведите выражение и графическое изображение вейвлета Хаара. Как в этом случае выглядит скейлинг - функция?
59	Опишите построение вейвлет – базиса дискретного сигнала в терминах линейной алгебры.
60	Дайте определение и приведите основные свойства непрерывного вейвлет – преобразования.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	Экзамен	«отлично»	Ставится студенту на экзамене, если он исчерпывающе и грамотно дал ответы на вопросы экзаменационного билета или при ответе допустил небольшую неточность на 1 вопрос, но при этом смог грамотно ответить на дополнительные вопросы ту, проявившему полные знания в рамках требований подготовки по дисциплине, усвоившему литературу, рекомендуемую программой и показавшему систематический характер знаний. В изложении материала и ответах на дополнительные вопросы допускаются небольшие неточности
		«хорошо»	Ставится студенту на экзамене, если он исчерпывающе и грамотно дал ответ на 1 вопрос экзаменационного билета, а на другой только тезисные высказывания или допустил небольшие неточности при ответе на вопросы экзаменационного билета и дал краткие ответы на дополнительные вопросы
		«удовлетворительно»	Ставится студенту на экзамене, если он не смог дать ответ на один из вопросов экзаменационного билета или ответил на все вопросы, но при этом ответы содержали только тезисные высказывания
		«неудовлетворительно»	Ставится студенту на экзамене, если он не дал ответ на вопросы экзаменационного билета или в ответе содержались фундаментальные ошибки

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Фрейман, В. И	Цифровая обработка сигналов — 114 с	учебное пособие	2021	ЭБС "Лань"
2	Трухин М.П.	Моделирование сигналов и систем. Основы разработки компьютерных моделей систем и сигналов. - 212 с.	учебное пособие	2019	ЭБС "Лань"
3	Слабнов В.Д.	Численные методы	Учебник	2020	ЭБС "Лань"

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Юмагулов, М.Г.	Введение в теорию динамических систем. - 272 с	учебное пособие	2015	ЭБС «Лань».
2	Голубева, Н.В.	Математическое моделирование систем и процессов.. — 192 с.	учебное пособие	2013	ЭБС «Лань»

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016– . – Режим доступа : [apps.webofknowledge.com](http://apps.webofknowledge.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа : [scopus.com](http://scopus.com). – Загл. С экрана. – Яз. рус., англ.

Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : [elibrary.ru](http://elibrary.ru). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	2013г., № 00179-40183-81808-ААОЕМ, бессрочный
2	Microsoft Office 13	№61935138 от 28.05.2012 (бессрочный)
3	Python 3.X	Свободно распространяемое ПО

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-408)	Компьютер (монитор 17", системный блок Intel (R) Celeron (R) 2,66 GHz / 1 Gb / 80 Gb), маршрутизатор 2801 Router, коммутатор Catalyst, экран/интерактивная доска Smart Board TV, проектор Acer P1303W., стол преподавательский, стол ученический, стол компьютерный, стул, доска аудиторная (маркерная).
	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет

п/п	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
	<p>курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Г-401)</p>	