

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

« 26 » мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.О.11 СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ  
СИГНАЛОВ**

Направление подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Математическое моделирование в  
естествознании и технологиях)

Форма обучения Очная

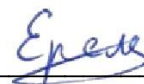
Квалификация Магистр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины «Современные методы обработки сигналов» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль Математическое моделирование в естествознании и технологиях

Программу составил:

А.А. Еремин, кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры прикладной математики



подпись

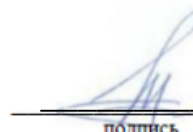
Рабочая программа дисциплины «Основы метода конечных элементов» утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 10 от «18» мая 2023 г.

И.о. заведующего кафедрой (разработчика) Письменский А.В.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры, протокол № 8 от «03» мая 2023 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Бабешко В.А.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 5 от «19» мая 2023 г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.



Рецензенты:

Свидлов А.А., кандидат физ.-мат. наук, научный сотрудник лаборатории проблем распределения стабильных изотопов в живых системах ЮНЦ РАН, г. Краснодар,

Голуб М.В., доктор. физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой теории функций ФГБОУ ВО «КубГУ»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины .

### 1.1 Цель освоения дисциплины.

**Целью** изучения дисциплины «Современные методы обработки сигналов» является развитие профессиональных компетентностей и приобретение практических навыков при анализе и обработке сигналов различной природы. Цели дисциплины соответствуют формируемой компетенции ОПК-1, ОПК-2 и ПК-3 и позволяют подготовить обучающихся к успешной работе в различных сферах, применяющих математические методы, математическое и компьютерное моделирование, а также информационные технологии и развить способности самостоятельно приобретать и применять новые знания и умения.

### 1.2 Задачи дисциплины

**Задачи** освоения дисциплины.

- освоить методы на основе интегральных преобразований для анализа и обработки сигналов различной природы;
- развить умения анализа и практической интерпретации полученных результатов обработки сигналов современными методами.
- поднять общий уровень исследовательской, математической и программистской культуры обучающихся.
- выработать умения использовать справочные материалы и пособия в своей профессиональной деятельности.

### 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Современные методы обработки сигналов» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Она является естественным продолжением читаемых ранее курсов по современному анализу и программированию. Для успешного освоения дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками по дисциплинам «Математический анализ» (Б1.О.04), «Алгебра и аналитическая геометрия» (Б1.О.05), «Дифференциальные уравнения» (Б1.О.09), «Численные методы» (Б1.О.13), Методы программирования (Б1.О.08) (направление 01.03.02 Прикладная математика и информатика, бакалавриат) (или аналогичным по содержанию и объемам, если обучение по программе бакалавриата проводилось по другому направлению из укрупненных групп направлений подготовки «Математика и механика» или «Компьютерные и информационные науки»)

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики</b>	
ИОПК-1.2 (А/01.6 Зн.1) Методы и приемы формализации задач при решении актуальных задач фундаментальной и прикладной математики	знает основные приемы обработки сигналов на основе спектрального и частотно-временного анализа умеет использовать знания современного математического аппарата для решения математических и прикладных задач, связанных с обработкой сигналов

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
	различной природы
	владеет навыками применения математического аппарата интегральных преобразований для обработки и анализа сигналов различной природы
<b>ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач</b>	
ИОПК-2.3 (А/01.6 Зн.1) Методы и приемы алгоритмизации поставленных прикладных задач	знает фундаментальные математические основы современных методы анализа нестационарных сигналов
	умеет выбирать, реализовывать и модифицировать подходящие способы решения поставленной прикладной задачи, в частности использовать современные математические методы для обработки сигналов различной природы
	владеет навыками анализа методов обработки сигналов с точки зрения адекватности их применения к решению конкретной прикладной задачи
<b>ПК-3 Способен эффективно применять алгоритмические и программные решения в области информационно-коммуникационных технологий, а также участвовать в их проектировании и разработке</b>	
ИПК-3.17 (А/01.6 Зн.10) Технологии программирования, алгоритмические и программные решения	знает основные программные библиотеки обработки и анализа нестационарных сигналов для не менее, чем одного высокоуровневого языка программирования
	умеет реализовывать элементы алгоритмов или вычислительных методов для обработки сигналов в виде компьютерных программ;
	владеет навыками анализа программного кода с точки зрения его адекватности выбранному подходу к обработке сигнала и его вычислительной сложности, вывода, интерпретации и анализа численных результатов

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения
		очная
		3 семестр (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>28,2</b>	<b>28,2</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>28</b>	<b>28</b>
занятия лекционного типа	14	14
лабораторные занятия	14	14
практические занятия		
семинарские занятия		
<b>Иная контактная работа:</b>		
Контроль самостоятельной работы (КСР)		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>79,8</b>	<b>79,8</b>
Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	40	40
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и	39,8	39,8

учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)			
Подготовка к текущему контролю			
<b>Контроль:</b>			
Подготовка к экзамену			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>28,2</b>	<b>28,2</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа
			Л	ЛР	
1	2	3	4	6	7
1.	Основные понятия теории сигналов	10	1	1	8
2.	Спектральный анализ непрерывных и дискретных сигналов	23	4	3	16
3.	Оконные функции и фильтры	32	4	4	24
4.	Частотно-временной анализ сигналов	28	4	4	20
5.	Обзор практических приложений	14,8	1	2	11,8
	<b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>	<b>107,8</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>79,8</b>
	Контроль самостоятельной работы (КСР)				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2			
	Подготовка к текущему контролю				
	<b>Общая трудоемкость по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>79,8</b>

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основные понятия теории сигналов	Классификация сигналов. Энергия и мощность сигнала. Процесс квантования. Основные статистические характеристики сигнала. Обобщённые функции и теория распределений. Дельта-функция Дирака. Свёртка.	Устный опрос
2	Спектральный анализ непрерывных и дискретных сигналов	Ортогональные сигналы и обобщённые ряды Фурье. Преобразование Фурье и спектр сигнала. Теорема Котельникова. Частотно-временная локализация. Дискретизация. Дискретное преобразование Фурье. Теорема Найквиста. Реконструкция дискретно заданных сигналов. Z-преобразование. Быстрое преобразование Фурье.	Устный опрос
3	Оконные функции и фильтры	Типы оконных функций. Особенности их реализации в непрерывном и дискретном случаях. Классификация фильтров. Полосовые фильтры. Децибел. Фильтр “скользящее среднее”. Sinc-фильтры. Конструирование фильтров с помощью интегральных преобразований. Рекурсивные фильтры. Фильтры Чебышева, Баттерворта	Устный опрос

		и эллиптический фильтр. Эллиптический фильтр и фильтр Бесселя.	
4	Частотно-временной анализ сигналов	Преобразование Фурье с оконной функцией. Особенности выбора окна. Преобразование Габора. Дискретное оконное преобразование Фурье. Основные определения вейвлет-анализа. Свойства вейвлет-преобразования как функции вещественных переменных. Основные материнские вейвлеты, используемые в приложениях. Программная реализация непрерывного вейвлет-преобразования	Устный опрос
5	Обзор практических приложений	Многомодовые сигналы в мониторинге состояния конструкций с использованием бегущих упругих волн. Применение частотно-волнового и частотно-временного анализа экспериментальных волновых сигналов для определения дисперсионных характеристик упругих волноводов. Применение спектрального и частотно-временного анализа для подготовки входных данных для обучения нейронных сетей.	Устный опрос

### 2.3.2 Лабораторные работы.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Представление и визуализация сигналов. Общие числовые характеристики сигналов.	Опрос по теоретическому материалу. Выполнение индивидуальных расчетно-графических заданий (РГЗ).
2.	Фурье-анализ непрерывных сигналов. Спектр сигнала.	Опрос по теоретическому материалу. Выполнение индивидуальных РГЗ.
3.	Фурье-анализ дискретных сигналов. Быстрое преобразование Фурье.	Опрос по теоретическому материалу. Выполнение индивидуальных РГЗ
4.	Оконные функции: основные виды, способы задания, спектральные свойства	Опрос по теоретическому материалу. Выполнение индивидуальных РГЗ.
5.	Полосовые фильтры. Фильтр «скользящее среднее». Sinc-фильтры.	Опрос по теоретическому материалу. Выполнение индивидуальных РГЗ.
6.	Применение фильтров, полученных с помощью интегральных преобразований	Опрос по теоретическому материалу. Выполнение индивидуальных РГЗ.
7.	Прямое и обратное оконное преобразование Фурье. Дискретный аналог оконного преобразования Фурье	Опрос по теоретическому материалу. Выполнение индивидуальных РГЗ.
8.	Частотно-временной анализ сигналов на основе непрерывного вейвлет-преобразования.	Опрос по теоретическому материалу. Выполнение индивидуальных РГЗ
9.	Фильтрация и обработка сигналов с использованием вейвлет-преобразования.	Выполнение индивидуальных РГЗ
10.	Применение спектрального и частотно-временного анализа в задачах мониторинга состояния конструкций с использованием бегущих упругих волн	Выполнение индивидуальных РГЗ

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены

#### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид самостоятельной работы	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
2	Подготовка к лабораторным занятиям	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
3	Подготовка к решению задач	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
4	Подготовка к текущему контролю	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля).

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные *лекции*, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой и др. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Лекции представляют собой систематический обзор понятий и методов обработки сигналов с подачей материала в форме презентаций и с использованием других интерактивных технологий: моделирование, дискуссия.

**Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий**

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов	
		всего ауд. часов	интерактивные часы
1	2	3	4
1.	Основные понятия теории сигналов	3	1
2.	Методы спектрального анализа непрерывных и дискретных сигналов	10	4
3.	Оконные функции и фильтры	11	4
4.	Частотно-временной анализ сигналов	12	4
5.	Обзор практических приложений	6	1
	<i>Итого по дисциплине:</i>	42	14

Лабораторное занятие позволяет научить студента применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач, развить математическую интуицию и творческое мышление. Разбор конкретных ситуаций, математическое моделирование задач, встречающихся на практике (проблемное обучение), командная работа, визуализация и обсуждение результатов анализа широко используется при проведении лабораторных, а также самостоятельных работ.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Современные методы обработки сигналов».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме устных теоретических опросов и индивидуальных расчетно-графических задач и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

##### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИОПК-1.2 (А/01.6 Зн.1) Методы и приемы формализации задач при решении актуальных задач фундаментальной и прикладной математики	- знает основные приемы обработки сигналов на основе спектрального и частотно-временного анализа - умеет использовать знания современного математического аппарата для решения математических и прикладных задач, связанных с обработкой сигналов различной природы - владеет навыками применения математического аппарата интегральных преобразований для обработки и анализа сигналов различной	Лабораторные работы 1,4  Вопросы для устного опроса по темам 1,2	Вопросы на зачете 1-4, 6, 10, 18



		природы		
2	ИОПК-2.3 (А/01.6 Зн.1) Методы и приемы алгоритмизации поставленных прикладных задач	- знает фундаментальные математические основы современных методы анализа нестационарных сигналов - умеет выбирать, реализовывать и модифицировать подходящие способы решения поставленной прикладной задачи, в частности использовать современные математические методы для обработки сигналов различной природы - владеет навыками анализа методов обработки сигналов с точки зрения адекватности их применения к решению конкретной прикладной задачи	Лабораторные работы 2,6,8  Вопросы для устного опроса по темам 3-5	Вопросы на зачете 5, 7-9, 11-17, 19-24
3	ИПК-3.17 (А/01.6 Зн.10) Технологии программирования, алгоритмические и программные решения	- знает основные программные библиотеки обработки и анализа нестационарных сигналов для не менее, чем одного высокоуровневого языка программирования - умеет реализовывать элементы алгоритмов или вычислительных методов для обработки сигналов в виде компьютерных программ; - владеет навыками анализа программного кода с точки зрения его адекватности выбранному подходу к обработке сигнала и его вычислительной сложности, вывода, интерпретации и анализа численных результатов	Лабораторные работы 3,5,7,9,10	Индивидуальные задания 1,2

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Примеры вопросов для устных теоретических опросов:**

1. Приведите формулы прямого и обратного преобразования Фурье.
2. Перечислите основные свойства преобразования Фурье.
3. Сформулируйте определение и основные свойства функции-окна. Приведите примеры.
4. Какова ширина окна у функции Габора?
5. Формулировка и доказательство теоремы Котельникова-Шеннона.

6. Выведите правила вычисления преобразования Фурье функций, полученных из некоторой заданной функции сдвигом и/или растяжением.
7. Сформулируйте условия, которым должна удовлетворять функция, чтобы считаться материнским вейвлетом для непрерывного вейвлет-преобразования? Приведите примеры.
8. Сформулируйте определение непрерывности по Гельдеру.
9. Как влияет наличие точек разрыва первого рода у заданной функции на убывание ее вейвлет-преобразования?
10. Приведите примеры, по крайней мере, двух материнских вейвлетов. Каковы их свойства в частотно-временной области?
11. Какое минимальное количество нормальных мод существует в трехмерном упругом слое?
12. Сформулируйте базирующийся на преобразовании Фурье алгоритм для определения волновых чисел нормальных мод по экспериментальным волновым сигналам.
13. Алгоритмы фильтрации сигналов, содержащих шумы, на основе вейвлет-преобразований

### **Примеры расчетно-графических заданий к лабораторным работам**

Лабораторная работа № 1. Представление и визуализация сигналов. Общие числовые характеристики сигналов.

Сохранение звукового потока в WAV-файл. Преобразование записанных данных в десятичный формат, пригодный для последующего анализа с использованием высокоуровневого языка программирования (по выбору студента) или пакета прикладных программ Matlab

Лабораторная работа № 2. Фурье-анализ непрерывных сигналов. Спектр сигнала.

Найти аналитические представления для спектров заданных модельных сигналов. Результаты визуализировать.

Лабораторная работа № 3. Фурье-анализ дискретных сигналов. Быстрое преобразование Фурье.

Осуществить программную реализацию воздействия дискретного и быстрого преобразования Фурье заданного сигнала с использованием высокоуровневого языка программирования (по выбору студента) или пакета прикладных программ Matlab.

Лабораторная работа № 4. Оконные функции: основные виды, способы задания, спектральные свойства.

Найти спектральные плотности заданных оконных функций. Результаты визуализировать. Используя прямое и обратное дискретное преобразование Фурье, оценить воздействие указанных окон на заданный сигнал.

Лабораторная работа № 5. Полосовые фильтры. Фильтр «скользящее среднее». Sinc-фильтры.

Осуществить программную реализацию воздействия фильтров на заданный сигнал с использованием высокоуровневого языка программирования (по выбору студента) или пакета прикладных программ Matlab.

Лабораторная работа № 6. Применение фильтров, полученных с помощью интегральных преобразований.

Осуществить программную реализацию воздействия фильтров на заданный сигнал с использованием высокоуровневого языка программирования (по выбору студента) или пакета прикладных программ Matlab.

Лабораторная работа № 7. Прямое и обратное оконное преобразование Фурье. Дискретный аналог оконного преобразования Фурье.

Осуществить программную реализацию прямого и обратного оконного преобразования Фурье с использованием высокоуровневого языка программирования (по выбору студента) или пакета прикладных программ Matlab. Вид окна является индивидуальным для каждого студента. В качестве примеров можно рассматривать окна Ханна, Хэмминга, Блэкмана, Гаусса.

Лабораторная работа № 8. Частотно-временной анализ сигналов на основе непрерывного вейвлет-преобразования.

Осуществить программную реализацию непрерывного вейвлет-преобразования с использованием высокоуровневого языка программирования (по выбору студента) или пакета прикладных программ Matlab. В качестве материнских вейвлетов предлагается использовать вейвлеты Хаара, Морле, Габора, «мексиканскую шляпу» и др. Проверить применимость разработанных программ для частотно-временного анализа элементарных сигналов: набор синусоид, -импульс, прямоугольный импульс, радиоимпульс с линейной частотной модуляцией и др.

Лабораторная работа № 9. Фильтрация и обработка сигналов с использованием вейвлет-преобразования.

Осуществить фильтрацию заданного сигнала с использованием программной реализации непрерывного вейвлет-преобразования из лабораторной работы № 8.

Лабораторная работа № 10. Применение спектрального и частотно-временного анализа в задачах мониторинга состояния конструкций с использованием бегущих упругих волн.

По результатам выполнения лабораторных работ необходимо подготовить презентацию, включающую в себя описание постановки задачи, метода решения, а визуализации получаемых результатов.

### **Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

#### **Перечень вопросов, которые выносятся на зачет в третьем семестре**

1. Сигналы и системы.
2. Обобщённые функции и теория распределений.
3. Свёртка.
4. Ортогональные сигналы и обобщённые ряды Фурье.
5. Преобразование Фурье и спектр сигнала.
6. Теорема Котельникова.
7. Частотно-временная локализация.
8. Дискретное преобразование Фурье.
9. Реконструкция дискретно заданных сигналов.
10. Z-преобразование.
11. Быстрое преобразование Фурье.

12. Классификация фильтров. Полосовые фильтры.
13. Фильтр “скользящее среднее”.
14. Sinc-фильтры.
15. Конструирование фильтров с помощью интегральных преобразований.
16. Рекурсивные фильтры.
17. Фильтры Чебышева, Баттерворта и эллиптический фильтр.
18. Принцип неопределенности Гейзенберга. Частотно-временная локализация.
19. Оконное преобразование Фурье. Основные свойства.
20. Непрерывное вейвлет-преобразование. Определение и основные свойства.
21. Формула Планшереля для вейвлет-преобразования.
22. Обращение вейвлет-преобразования.
23. Приложения вейвлетов: фильтрация сигналов.
24. Приложения вейвлетов: частотно-временной анализ сигналов

### **Примеры индивидуальных заданий при промежуточной аттестации:**

#### **Индивидуальное задание 1**

Разработать программный комплекс, осуществляющий спектральный анализ и фильтрацию заданного сигнала, содержащего шум. Входными параметрами должны являться: непосредственно сам сигнал, частотный диапазон для спектра сигнала, тип фильтра (индивидуальный для каждого обучающегося). Необходимо предусмотреть возможность визуализации получаемых результатов и сопоставления вида сигнала до и после применения фильтра.

#### **Индивидуальное задание 2**

Разработать программный комплекс, осуществляющий частотно-временной анализ заданного сигнала с использованием вейвлет-преобразования. Входными параметрами должны являться: непосредственно сам сигнал, тип материнского вейвлета (индивидуальный для каждого обучающегося), диапазоны по времени и частоте. Необходимо предусмотреть возможность визуализации получаемых результатов.

### **Критерии оценивания результатов обучения**

#### **Критерии оценивания по зачету:**

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает основные методы обработки и анализа нестационарных сигналов с использованием интегральных преобразований и их дискретных аналогов, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять теоретический материал, иллюстрируя его примерами; студент выполнил не менее одного индивидуального задания, работоспособность программной реализации которого подтверждается сопоставлением с результатами готовых программных решений.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по применению интегральных преобразований и их дискретных аналогов для обработки и анализа нестационарных сигналов; не выполнено ни одно из индивидуальных заданий.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

1. Умняшкин, С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие / С. В. Умняшкин. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Техносфера, 2019. — 550 с. — ISBN 978-5-94836-557-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140543>.
2. Дворкович, В.П. Оконные функции для гармонического анализа сигналов: монография / В.П. Дворкович, А.В. Дворкович. — Издание второе, переработанное и дополненное. — Москва : Техносфера, 2016. — 216 с. : ил., табл., схем. — (Мир цифровой обработки). — Режим доступа: по подписке. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444852>.
3. Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. Е. Зализняк. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 356 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02714-3. — URL: <https://biblio-online.ru/book/9D9516CB-A065-4497-9062-5D8C77D8E644/chislennye-metody-osnovy-nauchnyh-vychisleniy>
4. Немирко, А. П. Математический анализ биомедицинских сигналов и данных / А. П. Немирко, Л. А. Манило, А. Н. Калиниченко. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 248 с. — ISBN 978-5-9221-1720-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104986>.
5. Вадутов, О. С. Электроника. Математические основы обработки сигналов: учебник и практикум для вузов / О. С. Вадутов. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 307 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6551-3. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451375>
6. Голуб, М.В. Интегральные преобразования и распределения в задачах обработки и анализа сигналов: учебное пособие / М. В. Голуб, А. А. Еремин, С. И. Фоменко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т, Ин-т математики, механики и информатики, Каф. матем. и компьютерных методов. - Краснодар: [Ку-банский

государственный университет], 2014. - 130 с.: ил. - Библиогр.: с. 124-128. - ISBN 9785820910654 : 26.82.

### **5.2. Периодическая литература**

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>
3. Mechanical Systems and Signal Processing <https://www.journals.elsevier.com/mechanical-systems-and-signal-processing>

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

#### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

#### **Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

#### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

#### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;

5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>.
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной теоретический материал, лабораторных занятий, позволяющих студентам в полной мере ознакомиться с понятиями и методами в области обработки сигналов и навыками их применением в решении практических задач.

Важнейшим этапом является самостоятельная работа по дисциплине. Целью самостоятельной работы магистра является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий.

Самостоятельная работа студентов в ходе изучения дисциплины состоит в выполнении индивидуальных заданий, задаваемых преподавателем, ведущим лабораторные занятия, подготовки теоретического материала к лабораторным занятиям, на основе конспектов лекций и учебной литературы, согласно календарному плану и подготовки теоретического материала к тестовому опросу, зачету и экзамену, согласно вопросам к экзамену.

Указания по оформлению работ:

Отчет по выполнению индивидуальных заданий при промежуточной аттестации должен быть подготовлен в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 и содержать:

- титульный лист;
- введение;
- постановку задачи;
- краткое описание последовательного алгоритма;
- подробное описание параллельного алгоритма;
- текст разработанной программы на выбранном языке программирования;

- тестовые примеры и результаты тестирования программы: оценка ускорения и эффективности разработанного параллельного алгоритма, оптимальные размеры входных данных на которых достигается максимум ускорения при различном числе узлов вычислительной системы и др.;

- заключение

- список использованной литературы.

Проверка индивидуальных заданий по темам, разобранным на лабораторных занятиях, осуществляется через неделю на текущем лабораторном занятии, либо в течение недели после этого занятия на консультации.

Для разъяснения непонятных вопросов лектором и ассистентом еженедельно проводятся консультации, о времени которых группы извещаются заранее.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и выполнении практических заданий по разобранным во время аудиторных занятий примерам.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список задач и вопросов коллоквиума) и итоговой аттестации (зачета, экзамена).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Кроме того, важным элементом технологии является самостоятельное решение студентами и сдача заданий. Это полностью индивидуальная форма обучения. Студент рассказывает свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания ответов на вопросы для устного теоретического опроса:** Вопросы для устного теоретического опроса носят индикативный характер и позволяют провести экспресс-оценку степени первичного усвоения теоретического материала студентами. Предполагается, что устный опрос проводится в первые 5-10 минут лекционного занятия, а также в начале каждой лабораторной работы. Ответ на каждый вопрос должен быть кратким; некоторые вопросы могут являться «да/нет»-вопросами, поэтому студент также должен привести краткое обоснование ответа.

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов выполнения расчетно-графических заданий к лабораторным работам:** баллы начисляются за решенные по каждой из тем задачи. Если задача решена верно (полученные численные результаты верны), за нее начисляется 2 балла, если имеются не критические недочеты в программной реализации и/или в представлении отчетной презентации – 1 балл, иначе - 0 баллов. Таким образом, максимальная суммарная оценка за выполнение данного типа оценочного средства составляет 20 баллов (2 балла \* 10 лабораторных работ).

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания индивидуальных заданий при промежуточной аттестации:** баллы начисляются за программную реализацию каждой из двух индивидуальных задач. Если задача решена



верно (полученные численные результаты верны) за нее начисляется 10 баллов, если имеются некритические недочеты в программной реализации и/или в представлении отчетной презентации – 5 баллов, иначе - 0 баллов. Таким образом, максимальная суммарная оценка за выполнение данного типа оценочного средства составляет 20 баллов (10 баллов \* 2 индивидуальных задания).

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на зачете:**

Зачет является заключительным этапом процесса формирования компетенции студента при изучении дисциплины и имеет целью проверку и оценку знаний студентов по теории и применению полученных знаний, умений и навыков при решении практических задач. Зачет проводится по расписанию, сформированному учебным отделом и утвержденному проректором по учебной работе, в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. Расписание зачета доводится до сведения студентов не менее чем за две недели до начала сессии. Зачет принимается преподавателем, ведущими занятия.

Зачет проводится только при предъявлении студентом зачетной книжки и при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой по изучаемой дисциплине. Студентам на зачете должен быть представлены ответы на два теоретических вопроса из приведенного выше списка вопросов к зачету.

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если вопросы освещены правильно и достаточно раскрыты, расчетно-графические задания к лабораторным работам выполнены в соответствии с приведенными выше критериями оценки не менее, чем на 10 баллов, общее количество баллов, набранное по итогам выполнения индивидуальных заданий – не менее 10; при ответе на вопрос обучающийся показывает достаточный уровень профессиональных знаний, свободно оперирует понятиями, увязывает знания, полученные при изучении различных дисциплин, умеет анализировать практические ситуации. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, при ответе допускаются некоторые погрешности.

- оценка «не зачтено», если ответ не соответствует вопросу или изложен недостаточно полно, расчетно-графические задания к лабораторным работам выполнены в соответствии с приведенными выше критериями оценки менее, чем на 10 баллов, общее количество баллов, набранное по итогам выполнения индивидуальных заданий – менее 10.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

**7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционные аудитории, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): А305, 133.
2.	Лабораторные занятия	Аудитории для проведения лабораторных и практических занятий, оснащенные учебной мебелью (столы, стулья), соответствующей

		количеству студентов, доской: 133, 149, 150.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитории А305, 133, 150, 148, оснащенные учебной мебелью (столы, стулья), презентационной техникой для проведения групповых и индивидуальных консультаций
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитории А305, 133. оснащенные учебной мебелью (столы, стулья)
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета: 102-А, а также студентский читальный зал библиотеки КубГУ (к.109С) и зал доступа к электронным ресурсам и каталогам (к. А213).

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 102А)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	