

Министерство образования и науки 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.
« 05 » 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.13 СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Для направления 01.04.02 Прикладная математика и информатика
Профиль: Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности

Программа подготовки Академическая

Форма обучения Очная

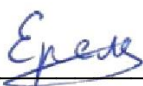
Квалификация выпускника Магистр

Краснодар 2020

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 «Современные методы обработки сигналов» утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 10 от «22» мая 2020 г.
Заведующий кафедрой Уртенев М.Х.


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 2 от «22» мая 2020г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.



Рецензенты:

Сыромятников П.В., доктор. физ.-мат. наук, зав. лабораторией прикладной математики и механики ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-дону,

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 профессионального цикла и 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 общепрофессиональных компетенций ОПК-1 и ОПК-2 и профессиональной компетенции ПК-3.

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
1.	ОПК-1: Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	основные приемы обработки сигналов на основе спектрального и вейвлет-анализа	использовать знания современного математического аппарата для решения математических и прикладных задач, связанных с обработкой сигналов различной природы	навыками применения знаний по современному математическому аппарату, необходимых для обработки и анализа сигналов различной природы
2	ОПК-2: Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	фундаментальные математические основы современных методов анализа нестационарных сигналов.	выбирать, реализовывать и модифицировать подходящие способы решения поставленной прикладной задачи, в частности использовать современные математические методы для обработки сигналов различной природы	навыками анализа методов обработки сигналов с точки зрения адекватности их применения к решению конкретной прикладной задачи
2.	ПК-3: Способен эффективно применять алгоритмические и программные решения в области информационно-коммуникационных технологий, а также участвовать в их проектировании и разработке	основные понятия, положения и приемы методов обработки и анализа сигналов	реализовывать элементы алгоритмов или вычислительных методов для обработки сигналов в виде компьютерных программ;	навыками анализа программного кода с точки зрения его адекватности выбранному подходу к обработке сигнала и его вычислительной сложности, вывода, интерпретации и анализа численных результатов

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

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			3 семестр
Контактная работа (всего), в том числе:			
Аудиторные занятия (всего)		42	42
В том числе:			
Занятия лекционного типа		14	14
Лабораторные занятия		28	28
Иная контактная работа			
В том числе:			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:			
Проработка учебного материала		15	15
Выполнение индивидуальных заданий		40,8	40,8
Подготовка к текущему контролю		10	10
Контроль			
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	42,2	42,2
	зач. ед	3	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины, разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре (*очная форма*)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа	
			Л	ЛР	СРС	
1	2	3	4	6	7	
1.	Основные понятия теории сигналов	7	1	2	4	
2.	Методы спектрального анализа непрерывных и дискретных сигналов	26	4	6	16	
3.	Оконные функции и фильтры	25	3	8	14	
4.	Частотно-временной анализ сигналов	28	4	8	16	
5.	Обзор практических приложений	21,8	2	4	15,8	
	Всего по разделам дисциплины:	107,8	14	28	65,8	
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Итого по дисциплине:	108	14	28	65,8	

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.

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего кон-троля
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	Методы спектрального анализа 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 и эллиптический фильтр. Эллиптический фильтр и фильтр Бесселя.	Устный опрос
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 Занятия семинарского типа – не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	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. Z-преобразование	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

2.3.4 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	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры при-

	лекционного материала, материала учебной и научной литературы	кладной 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,

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.

3. Образовательные технологии.

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	3
4.	Частотно-временной анализ сигналов	12	4
5.	Обзор практических приложений	6	2
	<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 возможностей средств удаленного доступа (электронная почта, видеоконференция).

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

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.

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.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Основные понятия теории сигналов	ОПК-1	УО, ЛР 1	ВкЗ 1,2
2	Методы спектрального анализа непрерывных и дискретных сигналов	ОПК-1, ПК-3	УО, ЛР 2,3	Индивидуальное задание № 1 ВкЗ 3,4
3	Оконные функции и фильтры	ОПК-2, ПК-3	УО, ЛР 4-6	Индивидуальное задание № 2 ВкЗ 5,6
4	Частотно-временной анализ сигналов	ОПК-1, ОПК-2, ПК-3	УО, ЛР 7-9	Индивидуальное задание № 3 ВкЗ 7,8
5	Обзор практических приложений	ОПК-1, ОПК-2, ПК-3	ЛР 10	ВкЗ 9,10

Сокращения: УО – устный опрос, ЛР – лабораторная работа, ВкЗ – вопросы к зачету.

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ОПК-1: Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	<i>Знает</i> – базовые понятия и методы дисциплины, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественно-научного и профессионального цикла;	<i>Знает</i> – основные методы и понятия, изучаемые в дисциплине, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественно-научного и профессионального цикла;	<i>Знает</i> – основные методы, понятия, изучаемые в дисциплине, сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного и профессионального цикла;
	<i>Умеет</i> – решать базовые задачи, встречающиеся в практике профессиональной деятельности, сформулированные в терминах данной математической дисциплины, применять основные методы решения;	<i>Умеет</i> – решать основные задачи, встречающиеся в практике профессиональной деятельности, сформулированные в терминах данной математической дисциплины, применять основные и продвинутые методы решения;	<i>Умеет</i> – формулировать в терминах данной математической дисциплины задачи, встречающиеся в практике профессиональной деятельности, решать их с помощью основных и продвинутых методов;

	<i>Владеет</i> отдельными методами применения математических методов, рассмотренных в рамках дисциплины, для решения профессиональных задач; навыками составления технических описаний и инструкций	<i>Владеет</i> основными методами применения математических методов, рассмотренных в рамках дисциплины, для решения профессиональных задач; навыками составления научно-технических описаний и инструкций	<i>Владеет</i> методами применения полученных знаний в постановке и решении прикладных задач; навыками составления научно-технических описаний и инструкций
ОПК-2: Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	<i>Знает</i> основные задачи и области применения методов обработки сигналов	<i>Знает</i> основные понятия и методы обработки и анализа непрерывных и дискретных сигналов и интерпретации полученных результатов	
	<i>Умеет</i> выбирать методы анализа и обработки сигналов в соответствии с задачами предметной области	<i>Умеет</i> применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно использовать математические модели в прикладных исследованиях, разрабатывать новые математические методы и алгоритмы интерпретации сигналов из натурных экспериментов	
	<i>Владеет</i> базовыми методами обработки и спектрального анализа сигналов	<i>Владеет</i> основными методами обработки, анализа и фильтрации непрерывных и дискретных сигналов на основе интегральных преобразований, навыкам интерпретации соответствующих результатов	
ПК-3: Способен эффективно применять алгоритмические и программные решения в области информационно-коммуникационных технологий, а также участвовать в их проектировании и разработке	<i>Знает</i> – базовые методы, понятия, определения и свойства математических объектов, изучаемых в дисциплине, формулировки и утверждений; методы алгоритмизации математической модели	<i>Знает</i> – основные методы, основные понятия, определения и свойства математических объектов, изучаемых в дисциплине; методы алгоритмизации математической модели, разработки соответствующих компьютерных программ на высоком уровне	<i>Знает</i> - основные методы, основные понятия, определения и свойства математических объектов, изучаемых в дисциплине, формулировки утверждений, методы их доказательства; знаком с нестандартными подходами к решению задач; методы алгоритмизации математической модели, разработки соответствующих компьютерных программ на высоком уровне

	<i>Умеет</i> – формулировать базовые утверждения, решать базовые задачи дисциплины; программировать разработанные алгоритмы на языках высокого уровня, проводить расчеты	<i>Умеет</i> - формулировать и доказывать базовые утверждения дисциплины, решать основные задачи дисциплины, применять полученные навыки в других областях и дисциплинах естественно-научного цикла; программировать разработанные алгоритмы на языках высокого уровня, проводить расчеты.	<i>Умеет</i> - формулировать и доказывать основные утверждения дисциплины, решать основные и продвинутые задачи, применять полученные навыки в других областях и дисциплинах естественно-научного цикла; проводить доказательства нестандартным путем; программировать разработанные алгоритмы на языках высокого уровня, проводить расчеты и анализировать полученные результаты
	<i>Владеет</i> – методами решения базовых задач и базовыми понятиями, рассматриваемые в дисциплине, а также методами разработки программных проектов. Способен работать в команде разработчиков.	<i>Владеет</i> - методами решения задач, а также методами разработки программных комплексов, навыками применения этого в других областях и дисциплинах естественно-научного цикла. Способен работать в команде разработчиков.	<i>Владеет</i> - методами решения задач, а также методами разработки программных комплексов, навыками применения этого в других областях и дисциплинах естественно-научного цикла. Способен работать в команде разработчиков в качестве лидера. Демонстрирует дополнительные знания и опыт

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:

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:
ОПК-1, ОПК-2

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

4.1.1. Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ

Для успешного выполнения лабораторной работы обучающемуся следует ознакомиться с теоретической частью дисциплины по теме лабораторной работы, изложенной в лекциях. Для углубленного понимания теоретического материала могут быть использованы источники, указанные в списке основной [1-3] и дополнительной [1-3] литературы.

Критерием должной подготовки студентов к выполнению лабораторных работ являются приобретенные знания, позволяющие безошибочно ответить на вопросы, сформулированные по каждой теме лабораторных работ. Для приобретения должных навыков к решению задач предполагается решение задач на лабораторных занятиях в учебных аудиториях под руководством преподавателя. Закрепление приобретенных навыков осуществляется внеаудиторным самостоятельным решением студентом задач.

Образцы 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. Z-преобразование.

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.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:
ОПК-1, ОПК-2, ПК-3.

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. Синус и Косинус преобразования Фурье. Преобразование Хартли.
13. Преобразование Лапласа.

14. Преобразование Гильберта.
15. Преобразования Меллина и Ханкеля.
16. Вейвлет-преобразование. Законы распределения.
17. Корреляционная функция. Автокорреляция. Гистограммы.
18. Статистический и корреляционный анализ в системах Mathematica и MATLAB.
19. В-сплайны и их основные свойства. Применение В-сплайнов при анализе сигналов.
20. Классификация фильтров. Полосовые фильтры.
21. Фильтр “скользящее среднее”.
22. Sinc-фильтры.
23. Конструирование фильтров с помощью интегральных преобразований.
24. Рекурсивные фильтры.
25. Фильтры Чебышева, Баттерворта и эллиптический фильтр.
26. Эллиптический фильтр и фильтр Бесселя.
27. Принцип неопределенности Гейзенберга. Частотно-временная локализация.
28. Оконное преобразование Фурье. Основные свойства.
29. Непрерывное вейвлет-преобразование. Определение и основные свойства.
30. Формула Планшереля для вейвлет-преобразования.
31. Обращение вейвлет-преобразования.
32. Приложения вейвлетов: фильтрация сигналов.
33. Приложения вейвлетов: частотно-временной анализ сигналов

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: ОПК-1, ОПК-2, ПК-3.

Примеры индивидуальных заданий при промежуточной аттестации:

Индивидуальное задание 1

Разработать программный комплекс, осуществляющий спектральный анализ и фильтрацию заданного сигнала, содержащего шумы. Входными параметрами должны являться: непосредственно сам сигнал, частотный диапазон для спектра сигнала, тип фильтра. 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, диапазоны по времени и частоте. Необходимо предусмотреть возможность визуализации получаемых результатов.

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

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 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 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, оба индивидуальных задания зачтены; 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, хотя бы одно

из индивидуальных задания незначтено.

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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

5.1 Основная 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>

3. 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>.

4. 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>

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань».

5.2 Дополнительная литература:

1. 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: [Кубанский государственный университет], 2014. - 130 с.: ил. - Библиогр.: с. 124-128. - ISBN 9785820910654 : 26.82.
2. Штарк, Г.-Г. Применение вейвлетов для ЦОС: [учебник] / Г.-Г. Штарк; пер. с англ. Н. И. Смирновой; под ред. А. Г. Кюркчана. - М.: Техносфера, 2007. - 183 с.: ил. - (Мир цифровой обработки). - Библиогр. : с. 177-179. - Библиогр.: с. 182-183.
3. Блаттер, К. Вейвлет-анализ. Основы теории: учебное пособие для студентов / К. Блаттер; пер. с нем. Т. Э. Кренкеля ; под ред. А. Г. Кюркчана. - М.: Техносфера, 2006. - 271 с.: ил. - (Мир математики. Цифровая обработка сигналов). - Библиогр.: с. 232-235. - Библиогр. в конце прилож. - ISBN 5948360334. - ISBN 1568810954.

5.3. Периодические издания:

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <https://e.lanbook.com/> (Электронно-библиотечная система)
2. Пакет Matlab:
<https://www.mathworks.com/products/matlab.html>

7. 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 Комплексного анализа 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 теоре-

тического 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

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

8.1 Перечень информационных технологий.

Информационные технологии – не предусмотрены.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Программное обеспечение - не предусмотрено.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» (<http://www.biblioclub.ru>)
3. ЭБС Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/> ООО Издательство «Лань»
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru ООО «Директ-Медиа»

9. 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 студентческий читальный зал библиотеки КубГУ (к.109С) и зал доступа к электронным ресурсам и каталогам (к. А213).