

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

« 29 » августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1. О.35 Численные методы и цифровая обработка сигналов

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль Современные методы машинного обучения и компьютерного зрения

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Численные методы и цифровая обработка сигналов» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Программу составил(и):

А.А. Еремин, доцент КППМ, к.ф.-м.н.

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



подпись

Рабочая программа дисциплины «Численные методы и цифровая обработка сигналов» утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол №1 от «28» августа 2025г.

И.о. заведующего кафедрой (разработчика)

А. В. Письменский




подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол №1 от «28» августа 2025г.

Председатель УМК факультета

А. В. Коваленко



подпись

Рецензенты:

Мостовой Евгений Викторович, генеральный директор ООО «Портал-Юг»,
e-mail: mostovoy@portal-yug.ru

Луценко Евгений Вениаминович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», e-mail: prof.lutsenko@gmail.com

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Развитие профессиональных компетентностей и приобретение практических навыков в построении, реализации и анализе численных алгоритмов для решения задач математической физики, а также в обработке, анализе и интерпретации дискретных сигналов различной природы. Цели дисциплины соответствуют формируемым компетенциям и позволяют подготовить обучающихся к успешной работе в сферах, требующих применения математического и компьютерного моделирования, численных методов, цифровой обработки сигналов и современных инструментов анализа данных, а также развить способности самостоятельно приобретать, адаптировать и применять новые знания и технологии в области вычислительной физики, инженерного анализа и систем мониторинга.

1.2 Задачи дисциплины

– Актуализация и развитие знаний в области программирования численных методов и цифровой обработки сигналов с использованием современных инструментов.

– Овладение математической и алгоритмической основой численных методов решения уравнений математической физики и методов анализа сигналов, включая разностные схемы, метод конечных элементов, преобразование Фурье, фильтрацию и вейвлет-анализ.

– Формирование устойчивых навыков применения компьютерных технологий для реализации, тестирования и визуализации численных алгоритмов и сигнальных преобразований при решении прикладных задач в технике, физике и мониторинге конструкций.

– Умение выбирать наиболее эффективные методы численного моделирования и обработки сигналов с учётом точности, устойчивости, вычислительной сложности, частотно-временной локализации и особенностей входных данных.

– Умение интерпретировать результаты численных расчётов и спектрального анализа, оценивать погрешность, сходимость и адекватность моделей, а также представлять полученные данные в форме, пригодной для инженерного анализа и принятия решений.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Численные методы и цифровая обработка сигналов» относится к «Обязательная часть» Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Данная дисциплина тесно связана с дисциплинами базовой части Блока 1:

- Алгебра и аналитическая геометрия;
- Алгебра и введение в тензорный анализ;
- Математический анализ;
- Математический анализ II;
- Комплексный анализ;
- Функциональный анализ;
- Дифференциальные уравнения;
- Программирование;
- Алгоритмы и структуры данных;
- Численные методы;
- Уравнения математической физики.

1.4 Профессиональные роли в структуре образовательной программы

Роль 1: Data Engineer (Инженер по данным)

Задачи:

1. Разработка процессов извлечения, преобразования и загрузки (ETL) данных
2. Создание и оптимизация хранилищ данных
3. Обеспечение качества и доступности данных
4. Настройка инфраструктуры для обработки больших данных
5. Интеграция разрозненных источников данных.

Роль 2: ML Engineer (Инженер МО)

Задачи:

1. Реализация ML-моделей в информационных системах
2. Оптимизация производительности и масштабирование моделей
3. Разработка ML-пайплайнов и автоматизация процессов
4. Мониторинг качества моделей в продакшене
5. Интеграция ML-решений с бизнес-приложениями

Роль 3: MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)

Задачи:

1. Разработка процессов извлечения, преобразования и загрузки (ETL) данных
2. Создание и оптимизация хранилищ данных
3. Обеспечение качества и доступности данных
4. Настройка инфраструктуры для обработки больших данных
5. Интеграция разрозненных источников данных

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

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

Код, уровень и формулировка компетенции	Индикаторы	Результат обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ОПК-2.1 Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области, выявлению требований к реализации алгоритмов решения прикладных задач	Способен применять системный подход при анализе физических процессов и сигналов, выделять ключевые компоненты задачи (например, тип уравнения, характер сигнала, требования к точности и устойчивости), формулировать требования к численным алгоритмам и выбирать соответствующие модели дискретизации, аппроксимации и обработки данных.
	ОПК-2.2 Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности	Применяет современный математический аппарат – включая теорию дифференциальных уравнений в частных производных, функциональный анализ, теорию обобщённых функций,

		преобразование Фурье и вейвлет-анализ – для построения и исследования математических моделей теплопроводности, волновых процессов, линейных систем и сигналов в реальных технических и физических задачах.
<p>ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-3.1 Аргументировано применяет современный математический аппарат и информационные технологии, в том числе отечественные, при создании математических моделей для решения задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>Аргументированно применяет математические методы (разностные схемы, МКЭ, DFT/FFT, Z-преобразование, фильтрация) и информационные технологии (Python, NumPy, SciPy, Matplotlib, PyWavelets) при разработке моделей для решения задач численного моделирования и анализа сигналов, в том числе в задачах мониторинга конструкций, обработки экспериментальных данных и подготовки входных данных для нейросетевых моделей.</p>
	<p>ОПК-3.2 Ориентируется в современных положениях и концепциях прикладной математики и программного обеспечения</p>	<p>Ориентируется в современных концепциях прикладной математики и вычислительной физики: понимает особенности явных и неявных схем, слабых постановок, спектрального и частотно-временного анализа, принципы проектирования КИХ/БИХ-фильтров, свойства оконных функций и вейвлетов, а также ограничения, связанные с дискретизацией, квантованием и машинной точностью.</p>
<p>ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</p>	<p>ОПК-5.1 Аргументировано применяет методы проектирования, разработки и реализации программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности</p>	<p>Аргументированно применяет методы проектирования и реализации программных решений для численного моделирования и цифровой обработки сигналов: разрабатывает модульные Python-скрипты для решения УЧП, анализа спектров, фильтрации и вейвлет-преобразования с учётом</p>

		требований к точности, устойчивости, визуализации и воспроизводимости результатов.
PL-1 Способен применять язык программирования Python для решения задач в области ИИ	PL-1.1 Разрабатывает и отлаживает прикладные решения разной сложности и для разного круга конечных пользователей с использованием языка программирования Python, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений	Разрабатывает, отлаживает и тестирует на языке Python прикладные программы средней сложности для численного решения задач математической физики (например, уравнение теплопроводности, волновое уравнение) и обработки сигналов (спектральный анализ, фильтрация, реконструкция). Оценивает качество решений через сравнение с эталонами, анализ погрешностей, порядка сходимости и устойчивости.
	PL-1.2 Осуществляет выбор инструментов разработки на Python, приемлемых для создания прикладной системы обработки научных данных, машинного обучения и визуализации с заданными требованиями	Осуществляет обоснованный выбор инструментов разработки на Python (библиотеки NumPy, SciPy, Matplotlib, PyWavelets, Jupyter Notebook, pytest), подходящих для создания программных комплексов обработки научных данных, анализа сигналов, визуализации результатов и подготовки отчётности с заданными требованиями к точности, интерактивности и автоматизации.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)					
		6					
Контактная работа, в том числе:	72,5	72,5					
Аудиторные занятия (всего):	68	68					
Занятия лекционного типа	34	34					
Лабораторные занятия	34	34					
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)							
Иная контактная работа:	4,5	4,5					

Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,5					
Самостоятельная работа, в том числе:	35,8	35,8					
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	20	20					
Подготовка к текущему контролю	15,8	15,8					
Контроль:	35,7	35,7					
Подготовка к экзамену	35,7	35,7					
Общая трудоемкость	час.	144	144				
	в том числе контактная работа	72,5	72,5				
	зач. ед	4	4				

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Разностные схемы для уравнений математической физики.	22	7		7	8
2.	Вариационные и проекционные методы аппроксимации	12	4		4	4
3.	Метод конечных элементов для решения одномерных задач	6	2		2	2
4.	Конечно-элементные пакеты	12	4		4	4
5.	Основные понятия теории сигналов	9	3		3	3
6.	Спектральный анализ непрерывных и дискретных сигналов	12	4		4	4
7.	Оконные функции и фильтры	15	5		5	5
8.	Частотно-временной анализ сигналов	12	4		4	4
9.	Обзор практических приложений	3,8	1		1	1,8
ИТОГО по разделам дисциплины		103,8	34		34	35,8
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5				
Подготовка к текущему контролю		35,7				
Общая трудоемкость по дисциплине		144				

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Разностные схемы для уравнений математической физики.	Разностные схемы для уравнений теплопроводности, Пуассона и волнового уравнения.	Т
2.	Вариационные и проекционные методы аппроксимации	Задача минимизации невязки; слабая постановка задачи и обобщенные решения; вариация, функционал энергии, метод Ритца, метод наименьших квадратов; проекционные методы Галеркина, метод коллокаций.	Т
3.	Метод конечных элементов для решения одномерных задач	Понятие о конечном элементе, функции формы; слабая постановка; одномерный элемент с кусочно-линейными базисными функциями; элементная матрица, ансамблирование, матрица жёсткости; решение систем уравнений ленточного типа.	Т
4.	Конечно-элементные пакеты	Разработка конечно-элементных моделей в специализированных пакетах программ	Т
5.	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.	К
6.	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.	Т
7.	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.	Т
8.	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	К
9.	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.	К

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Разностные схемы для уравнений математической физики.	Разностные схемы для уравнений теплопроводности, Пуассона и волнового уравнения.	РГЗ
2.	Вариационные и проекционные методы аппроксимации	Вариационные методы аппроксимации и Проекционные методы Галеркина	РГЗ
3.	Метод конечных элементов для решения одномерных задач	Одномерный конечный элемент с кусочно-линейными базисными функциями. Программирование элементных матриц и матриц жесткости для краевых задач одномерного уравнения Гельмгольца. Программная реализация и решение разрешающих уравнений. Анализ сходимости решения краевых задач методом конечных элементов.	РГЗ
4.	Конечно-элементные пакеты	Разработка проектов в пакетах программ, реализующих конечно-элементные методы. Решение одномерных задач в конечно-элементных пакетах. Решение двумерных и трехмерных задач в конечно-элементных пакетах	РГЗ
5.	Основные понятия теории сигналов	Представление и визуализация сигналов. Общие числовые характеристики сигналов.	РГЗ
6.	Спектральный анализ непрерывных и дискретных сигналов	Фурье-анализ непрерывных сигналов. Спектр сигнала. Фурье-анализ дискретных сигналов. Быстрое преобразование Фурье.	РГЗ
7.	Оконные функции и фильтры	Оконные функции: основные виды, способы задания, спектральные свойства. Полосовые фильтры. Фильтр «скользящее среднее». Sinc-фильтры. Применение фильтров, полученных с помощью интегральных преобразований. Прямое и обратное оконное преобразование Фурье. Дискретный аналог оконного преобразования Фурье	РГЗ
8.	Частотно-временной анализ сигналов	Частотно-временной анализ сигналов на основе непрерывного вейвлет-преобразования. Фильтрация и обработка сигналов с использованием вейвлет-преобразования.	РГЗ
9.	Обзор практических приложений	Применение спектрального и частотно-временного анализа в задачах мониторинга состояния конструкций с использованием бегущих упругих волн	РГЗ

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	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 №10 от 18.05.2023 г.
2	Подготовка к текущему контролю	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 №10 от 18.05.2023 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)

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

– Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.

– Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий

потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.

- Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

- Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) - расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

- Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

- Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

- Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.

- Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

- работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;

- проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

- анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

- развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество интерактивных часов
6	Л, ЛР, СРС	Практические занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	8
Итого			8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

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

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.

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

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

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 опроса, разноуровневых заданий и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену, 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	Разностные схемы для уравнений математической физики.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-5.1; PL-1.1; PL-1.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 1
2	Вариационные и проекционные методы аппроксимации	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-5.1; PL-1.1; PL-1.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 2-4
3	Метод конечных элементов для решения одномерных задач	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-5.1; PL-1.1; PL-1.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 5-8
4	Конечно-элементные пакеты	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-5.1; PL-1.1; PL-1.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 9
5	Основные понятия теории сигналов	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-5.1; PL-1.1; PL-1.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 10-11
6	Спектральный анализ непрерывных и дискретных сигналов	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-5.1; PL-1.1; PL-1.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 12-17
7	Оконные функции и фильтры	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-5.1; PL-1.1; PL-1.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 18-23
8	Частотно-временной анализ сигналов	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-5.1; PL-1.1; PL-1.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 24-29
9	Обзор практических приложений	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-5.1; PL-1.1; PL-1.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 30-32

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Соответствие освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: удовлетворительно /зачтено)				
на пороговом уровне:				
1.	ОПК-2.1 Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области, выявлению требований к реализации	Знает принципы системного подхода к анализу физических процессов и сигналов, включая выделение ключевых параметров (тип уравнения, характер шума, требования к точности/устойчивости).	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32

	алгоритмов решения прикладных задач	Умеет формулировать требования к численным алгоритмам и методам обработки на основе анализа предметной области. Владеет методами декомпозиции задачи, определения критических факторов.		
2.	ОПК-2.2 Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности	Знает математический аппарат, применяемый в численных методах и ЦОС: дифференциальные уравнения в частных производных, преобразование Фурье, свойства вейвлетов. Умеет строить математические модели реальных процессов (распространение тепла, волновые колебания, искажённые сигналы). Владеет инструментами математического описания явлений: слабые постановки, операторные формы, спектральные характеристики.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32
3.	ОПК-3.1 Аргументировано применяет современный математический аппарат и информационные технологии, в том числе отечественные, при создании математических моделей для решения задач в области профессиональной деятельности	Знает основные численные методы (МКЭ, разностные схемы, DFT/FFT, фильтры Баттерворта/Чебышева, вейвлет-анализ). Умеет аргументированно выбирать и применять подходящие методы и библиотеки для решения конкретных задач – от моделирования теплового поля до анализа дефектов по упругим волнам. Владеет практикой создания воспроизводимых вычислительных экспериментов, включая интеграцию численных алгоритмов.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32
4.	ОПК-3.2 Ориентируется в современных положениях и концепциях прикладной математики и программного обеспечения	Знает современные концепции прикладной математики: устойчивость и сходимость разностных схем, утечка спектра, алиасинг, дисперсия. Умеет интерпретировать поведение численных решений и спектральных характеристик в свете теоретических ограничений. Владеет критическим осмыслением современных подходов к моделированию и обработке сигналов, включая понимание ограничений алгоритмов.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32

5.	ОПК-5.1 Аргументировано применяет методы проектирования, разработки и реализации программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	Знает этапы проектирования программного решения: от постановки задачи до тестирования и документирования. Умеет разрабатывать и структурировать код для численных методов и ЦОС: реализовывать МКЭ, фильтры, DFT, обеспечивать их тестируемость. Владеет инженерной практикой разработки: автоматическое тестирование (pytest), оформление отчетов, интеграция с CI/CD.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32
6.	ПЛ-1.1 Разрабатывает и отлаживает прикладные решения разной сложности и для разного круга конечных пользователей с использованием языка программирования Python, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений	Знает основы алгоритмической сложности, численной погрешности, устойчивости и сходимости методов; типичные ошибки при реализации численных схем и ЦОС-алгоритмов. Умеет разрабатывать и отлаживать на Python прикладные решения средней. Владеет методами верификации и валидации: сравнение с аналитическими решениями.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32
7.	ПЛ-1.2 Осуществляет выбор инструментов разработки на Python, приемлемых для создания прикладной системы обработки научных данных, машинного обучения и визуализации с заданными требованиями	Знает возможности и ограничения ключевых библиотек Python: NumPy (вычисления), SciPy (оптимизация, фильтры), Matplotlib (визуализация), PyWavelets (вейвлеты). Умеет обоснованно выбирать инструменты под задачу. Владеет созданием целостных научных рабочих сред.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32
Соответствие освоения компетенций планируемому результату обучения и критериям их оценивания (оценка: хорошо /зачтено)				
на базовом уровне:				
1.	ОПК-2.1 Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области, выявлению требований к реализации алгоритмов решения прикладных задач	Знает принципы системного подхода к анализу физических процессов и сигналов, включая выделение ключевых параметров (тип уравнения, характер шума, требования к точности/устойчивости). Умеет формулировать требования к численным алгоритмам и методам обработки на основе анализа предметной области (например, задача теплопроводности vs. анализ упругих волн). Владеет методами декомпозиции задачи, определения критических	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32

		факторов (дискретизация, граничные условия, частотный диапазон).		
2.	ОПК-2.2 Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности	Знает математический аппарат, применяемый в численных методах и ЦОС: дифференциальные уравнения в частных производных, преобразование Фурье, теорема Котельникова, свойства вейвлетов. Умеет строить математические модели реальных процессов (распространение тепла, волновые колебания, искажённые сигналы) и корректно формулировать их численные аналоги. Владеет инструментами математического описания явлений: слабые постановки, операторные формы, спектральные характеристики.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32
3.	ОПК-3.1 Аргументировано применяет современный математический аппарат и информационные технологии, в том числе отечественные, при создании математических моделей для решения задач в области профессиональной деятельности	Знает основные численные методы (МКЭ, разностные схемы, DFT/FFT, фильтры Баттерворта/Чебышева, вейвлет-анализ) и современные инструменты Python. Умеет аргументированно выбирать и применять подходящие методы и библиотеки для решения конкретных задач – от моделирования теплового поля до анализа дефектов по упругим волнам. Владеет практикой создания воспроизводимых вычислительных экспериментов, включая интеграцию численных алгоритмов.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32
4.	ОПК-3.2 Ориентируется в современных положениях и концепциях прикладной математики и программного обеспечения	Знает современные концепции прикладной математики: устойчивость и сходимостр разностных схем, утечка спектра, алиасинг, дисперсия, масштабирование вейвлетов. Умеет интерпретировать поведение численных решений и спектральных характеристик в свете теоретических ограничений. Владеет критическим осмыслением современных подходов к моделированию и обработке сигналов, включая понимание ограничений алгоритмов.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32

5.	ОПК-5.1 Аргументировано применяет методы проектирования, разработки и реализации программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	Знает этапы проектирования программного решения: от постановки задачи до тестирования и документирования. Умеет разрабатывать и структурировать код для численных методов и ЦОС: реализовывать МКЭ, фильтры, DFT, обеспечивать их тестируемость. Владеет инженерной практикой разработки: версионный контроль (Git), автоматическое тестирование (pytest), оформление отчётов, интеграция с CI/CD.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32
6.	ПЛ-1.1 Разрабатывает и отлаживает прикладные решения разной сложности и для разного круга конечных пользователей с использованием языка программирования Python, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений	Знает основы алгоритмической сложности, численной погрешности, устойчивости и сходимости методов; типичные ошибки при реализации численных схем и ЦОС-алгоритмов. Умеет разрабатывать и отлаживать на Python прикладные решения средней сложности – от решения УЧП до анализа спектра сигнала. Владеет методами верификации и валидации: сравнение с аналитическими решениями, анализ порядка сходимости.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32
7.	ПЛ-1.2 Осуществляет выбор инструментов разработки на Python, приемлемых для создания прикладной системы обработки научных данных, машинного обучения и визуализации с заданными требованиями	Знает возможности и ограничения ключевых библиотек Python: NumPy (вычисления), SciPy (оптимизация, фильтры), Matplotlib (визуализация), PyWavelets (вейвлеты). Умеет обоснованно выбирать инструменты под задачу – например, использовать scipy.signal.firwin для КИХ-фильтра, pywt.cwt для непрерывного вейвлет-преобразования. Владеет созданием целостных научных рабочих сред: от сборки окружения через requirements.txt, до автоматизации анализа.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32
Соответствие освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: отлично /зачтено)				
на продвинутом уровне:				
1.	ОПК-2.1 Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области, выявлению требований к реализации	Знает принципы системного подхода к анализу физических процессов и сигналов, включая выделение ключевых параметров (тип уравнения, характер шума, требования к точности/устойчивости).	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32

	алгоритмов решения прикладных задач	Умеет формулировать требования к численным алгоритмам и методам обработки на основе анализа предметной области (например, задача теплопроводности vs. анализ упругих волн). Владеет методами декомпозиции задачи, определения критических факторов (дискретизация, граничные условия, частотный диапазон) и выбора адекватных моделей для дальнейшей реализации.		
2.	ОПК-2.2 Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности	Знает математический аппарат, применяемый в численных методах и ЦОС: дифференциальные уравнения в частных производных, функциональные пространства, преобразование Фурье, теорема Котельникова, свойства вейвлетов, ортогональные разложения. Умеет строить математические модели реальных процессов (распространение тепла, волновые колебания, искажённые сигналы) и корректно формулировать их численные аналоги (разностные схемы, дискретные фильтры, спектральные аппроксимации). Владеет инструментами математического описания явлений: слабые постановки, операторные формы, спектральные характеристики, частотно-временная локализация.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32
3.	ОПК-3.1 Аргументировано применяет современный математический аппарат и информационные технологии, в том числе отечественные, при создании математических моделей для решения задач в области профессиональной деятельности	Знает основные численные методы (МКЭ, разностные схемы, DFT/FFT, фильтры Баттерворта/Чебышева, вейвлет-анализ) и современные инструменты Python (NumPy, SciPy, Matplotlib, PyWavelets, pytest). Умеет аргументированно выбирать и применять подходящие методы и библиотеки для решения конкретных задач – от моделирования теплового поля до анализа дефектов по упругим волнам. Владеет практикой создания воспроизводимых вычислительных экспериментов, включая интеграцию численных алгоритмов с визуализацией и	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32

		автоматизированной проверкой результатов.		
4.	ОПК-3.2 Ориентируется в современных положениях и концепциях прикладной математики и программного обеспечения	Знает современные концепции прикладной математики: устойчивость и сходимость разностных схем, утечка спектра, алиасинг, дисперсия, масштабирование вейвлетов, компромисс между временной и частотной разрешающей способностью. Умеет интерпретировать поведение численных решений и спектральных характеристик в свете теоретических ограничений (например, почему явная схема расходится, зачем нужно окно, как влияет выбор материнского вейвлета). Владеет критическим осмыслением современных подходов к моделированию и обработке сигналов, включая понимание ограничений алгоритмов и влияния машинной арифметики.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32
5.	ОПК-5.1 Аргументировано применяет методы проектирования, разработки и реализации программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	Знает этапы проектирования программного решения: от постановки задачи до тестирования и документирования; структуру модульных Python-проектов (src/, tests/, requirements.txt, CI/CD). Умеет разрабатывать и структурировать код для численных методов и ЦОС: реализовывать МКЭ, фильтры, DFT, вейвлеты как модули, обеспечивать их тестируемость и воспроизводимость. Владеет инженерной практикой разработки: версионный контроль (Git), автоматическое тестирование (pytest), оформление отчётов, интеграция с CI/CD, визуализация результатов.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32
6.	РЛ-1.1 Разрабатывает и отлаживает прикладные решения разной сложности и для разного круга конечных пользователей с использованием языка программирования Python, тестирует, испытывает и	Знает основы алгоритмической сложности, численной погрешности, устойчивости и сходимости методов; типичные ошибки при реализации численных схем и ЦОС-алгоритмов. Умеет разрабатывать и отлаживать на Python прикладные решения средней сложности – от решения УЧП до анализа спектра сигнала;	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32

	оценивает качество таких решений	тестировать их на эталонных данных, оценивать погрешность и сходимость. Владеет методами верификации и валидации: сравнение с аналитическими решениями, анализ порядка сходимости, построение графиков ошибок, интерпретация результатов для инженерных выводов.		
7.	PL-1.2 Осуществляет выбор инструментов разработки на Python, приемлемых для создания прикладной системы обработки научных данных, машинного обучения и визуализации с заданными требованиями	Знает возможности и ограничения ключевых библиотек Python: NumPy (вычисления), SciPy (оптимизация, фильтры), Matplotlib (визуализация), PyWavelets (вейвлеты), Jupyter (интерактивность), pytest (тестирование). Умеет обоснованно выбирать инструменты под задачу – например, использовать <code>scipy.signal.firwin</code> для КИХ-фильтра, <code>pywt.cwt</code> для непрерывного вейвлет-преобразования, <code>matplotlib.pyplot.specgram</code> для спектрограммы. Владеет созданием целостных научных рабочих сред: от сборки окружения через <code>requirements.txt</code> , до автоматизации анализа и генерации отчётов в формате PDF/HTML с графиками и таблицами.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-32

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

Вопросы для коллоквиумов, тестирования

- Какая разностная схема используется для аппроксимации уравнения теплопроводности с явной временной схемой?
 - Схема Кранка-Николсона
 - Схема Эйлера вперёд по времени и центральная по пространству
 - Схема Лакса-Вендроффа
 - Схема Галёркина
 - Схема Рунге-Кутты 4-го порядка
- Что означает «слабая постановка» задачи в контексте метода конечных элементов?
 - Решение не удовлетворяет уравнению в каждой точке
 - Решение ищется в пространстве непрерывных функций
 - Уравнение умножается на тестовую функцию и интегрируется по области
 - Используется только дискретная сетка без интегрирования
 - Решение строится только на границе области

3. Вариационный принцип Ритца применяется для:
- Минимизации функционала энергии в пространстве пробных функций
 - Решения систем линейных уравнений методом Гаусса
 - Интерполяции данных методом наименьших квадратов
 - Дискретизации временных сигналов
 - Построения оконных функций
4. Метод Галёркина отличается от метода коллокаций тем, что:
- Он использует дельта-функции в качестве тестовых функций
 - Он требует равенства невязки нулю в узловых точках
 - Он требует ортогональности невязки к базисным функциям
 - Он применяется только для нелинейных уравнений
 - Он не требует интегрирования
5. Что такое функции формы (форм-функции) в методе конечных элементов?
- Функции, описывающие внешние нагрузки
 - Функции, задающие граничные условия
 - Локальные интерполяционные функции, аппроксимирующие решение внутри элемента
 - Функции, определяющие шаг сетки
 - Функции, используемые для фильтрации сигналов
6. Для одномерного линейного конечного элемента с двумя узлами функции формы имеют вид:
- Полиномы второй степени
 - Кусочно-постоянные функции
 - Кусочно-линейные функции, равные 1 в своём узле и 0 в соседнем
 - Синусоидальные функции
 - Экспоненциальные функции
7. Что такое «ансамблирование» в МКЭ?
- Процесс выбора базисных функций
 - Процесс объединения элементных матриц в глобальную матрицу жёсткости
 - Процесс построения сетки
 - Процесс решения нелинейных уравнений
 - Процесс фильтрации шумов
8. Какой тип матрицы получается при решении одномерной задачи теплопроводности методом конечных элементов с линейными элементами?
- Плотная матрица
 - Диагональная матрица
 - Ленточная матрица (трёхдиагональная)
 - Разреженная матрица с произвольной структурой
 - Ортогональная матрица
9. Какое условие должно выполняться для корректной дискретизации сигнала согласно теореме Котельникова?
- Частота дискретизации должна быть равна максимальной частоте сигнала
 - Частота дискретизации должна быть не менее чем в два раза больше максимальной частоты сигнала
 - Частота дискретизации должна быть в 10 раз больше максимальной частоты

- d) Сигнал должен быть периодическим
- e) Сигнал должен иметь конечную энергию

10. Дельта-функция Дирака $\delta(t)$ обладает свойством:

- a) $\delta(t) = 0$ при всех t
- b) $\int \delta(t) dt = 0$
- c) $\int f(t) \delta(t-t_0) dt = f(t_0)$
- d) $\delta(t)$ – гладкая функция
- e) $\delta(t)$ имеет конечную энергию

11. Какой из ниже перечисленных сигналов имеет конечную мощность, но бесконечную энергию?

- a) Импульс Гаусса
- b) Единичный импульс
- c) Синусоидальный сигнал бесконечной длительности
- d) Прямоугольный импульс
- e) Экспоненциально затухающий сигнал

12. Что такое DFT (дискретное преобразование Фурье)?

- a) Преобразование, применяемое только к непрерывным сигналам
- b) Преобразование, преобразующее последовательность N отсчётов в N комплексных коэффициентов
- c) Преобразование, основанное на вейвлетах
- d) Преобразование, использующее только вещественные числа
- e) Преобразование, не связанное с частотным анализом

13. Быстрое преобразование Фурье (БПФ) – это:

- a) Алгоритм вычисления Z -преобразования
- b) Алгоритм, ускоряющий вычисление DFT за счёт рекурсивного разложения
- c) Метод фильтрации сигналов
- d) Метод решения дифференциальных уравнений
- e) Способ квантования аналогового сигнала

14. Какой из фильтров обеспечивает максимально плоскую АЧХ в полосе пропускания?

- a) Фильтр Чебышева I типа
- b) Фильтр Баттерворта
- c) Эллиптический фильтр
- d) Фильтр Бесселя
- e) Sinc-фильтр

15. Фильтр "скользящее среднее" является:

- a) Рекурсивным фильтром
- b) Фильтром с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ)
- c) Нерекурсивным фильтром с конечной импульсной характеристикой (КИХ)
- d) Нелинейным фильтром
- e) Фильтром, основанным на вейвлетах

16. Что такое оконная функция в спектральном анализе?

- a) Функция, уменьшающая утечку спектра при анализе конечного отрезка сигнала
- b) Функция, увеличивающая частотное разрешение
- c) Функция, применяемая только к дискретным сигналам без преобразования Фурье

- d) Функция, задающая частоту дискретизации
- e) Функция, используемая для реконструкции сигнала

17. Преобразование Габора – это:

- a) Преобразование, основанное на вейвлетах с фиксированным масштабом
- b) Дискретное оконное преобразование Фурье с гауссовым окном
- c) Метод решения дифференциальных уравнений
- d) Алгоритм БПФ с адаптивным окном
- e) Метод аппроксимации функций полиномами

18. Вейвлет-преобразование отличается от преобразования Фурье тем, что:

- a) Оно работает только с периодическими сигналами
- b) Оно обеспечивает локализацию как по частоте, так и по времени
- c) Оно не требует дискретизации
- d) Оно даёт только частотный спектр
- e) Оно всегда линейно

19. Какой из перечисленных вейвлетов является ортогональным и часто используется в сжатии изображений (JPEG2000)?

- a) Вейвлет Хаара
- b) Вейвлет Добеши (Daubechies)
- c) Вейвлет Морле
- d) Вейвлет Габора
- e) Вейвлет Баттерворта

20. При анализе бегущих упругих волн в конструкциях для определения дисперсионных характеристик используют:

- a) Только преобразование Фурье
- b) Только Z-преобразование
- c) Частотно-временной анализ (например, вейвлеты или STFT)
- d) Метод конечных разностей
- e) Метод наименьших квадратов

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:
ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-5.1; PL-1.1; PL-1.2.

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

Вопросы для подготовки к зачету и экзамену

1. Разностные схемы для уравнений теплопроводности, Пуассона и волнового уравнения.
2. Задача минимизации невязки; слабая постановка задачи и обобщенные решения.
3. Вариация, функционал энергии, метод Ритца, метод наименьших квадратов.
4. Проекционные методы Галеркина, метод коллокаций.
5. Понятие о конечном элементе, функции формы; слабая постановка.
6. Одномерный элемент с кусочно-линейными базисными функциями.
7. Элементная матрица, ансамблирование, матрица жёсткости.
8. Решение систем уравнений ленточного типа.
9. Разработка конечно-элементных моделей в специализированных пакетах программ

10. Классификация сигналов. Энергия и мощность сигнала.
11. Процесс квантования. Основные статистические характеристики сигнала. Обобщённые функции и теория распределений. Дельта-функция Дирака. Свёртка.
12. Ортогональные сигналы и обобщённые ряды Фурье. Преобразование Фурье и спектр сигнала.
13. Теорема Котельникова. Частотно-временная локализация.
14. Дискретизация. Дискретное преобразование Фурье.
15. Теорема Найквиста.
16. Реконструкция дискретно заданных сигналов. Z-преобразование.
17. Быстрое преобразование Фурье.
18. Типы оконных функций. Особенности их реализации в непрерывном и дискретном случаях.
19. Классификация фильтров. Полосовые фильтры. Децибел.
20. Фильтр “скользящее среднее”. Sinc-фильтры.
21. Конструирование фильтров с помощью интегральных преобразований. Рекурсивные фильтры.
22. Фильтры Чебышева, Баттерворта и эллиптический фильтр.
23. Эллиптический фильтр и фильтр Бесселя.
24. Преобразование Фурье с оконной функцией. Особенности выбора окна.
25. Преобразование Габора.
26. Дискретное оконное преобразование Фурье.
27. Основные определения вейвлет-анализа. Свойства вейвлет-преобразования как функции вещественных переменных.
28. Основные материнские вейвлеты, используемые в приложениях.
29. Программная реализация непрерывного вейвлет-преобразования
30. Многомодовые сигналы в мониторинге состояния конструкций с использованием бегущих упругих волн.
31. Применение частотно-волнового и частотно-временного анализа экспериментальных волновых сигналов для определения дисперсионных характеристик упругих волноводов.
32. Применение спектрального и частотно-временного анализа для подготовки входных данных для обучения нейронных сетей.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:
 ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-5.1; РЛ-1.1; РЛ-1.2.

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

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на зачете и экзамене:

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине являются зачет и экзамен. Студенты обязаны сдать зачет и экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к экзамену и результатов текущего контроля.

Зачет и экзамен по дисциплине преследуют цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления,

приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения зачета и экзамена: устно.

Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результаты сдачи зачета и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Оценивание уровня освоения дисциплины основывается на качестве выполнения студентом заданий текущего контроля и ответов на вопросы зачета и экзамена.

Критерии оценки по экзамену:

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Критерии оценки по зачету:

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, допускает незначительные ошибки, справляется с материалом без видимых затруднений; студент умеет правильно объяснять материал, подкрепляя его примерами, и, применяя полученные знания при решении практических задач.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры, решает задачи с видимыми затруднениями; довольно ограниченный объем знаний теоретического материала.

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 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.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания коллоквиума

Критерии оценки:

«Отлично»: Ответ демонстрирует глубокое и системное понимание теоретических основ численных методов. Студент точно и полностью формулирует определения (например, числа обусловленности, устойчивости алгоритма, порядка аппроксимации), условия применимости теорем (о сходимости итерационных методов, существовании LU-разложения и др.) и корректно использует математическую и вычислительную терминологию. Свободно устанавливает связи между понятиями (например, между обусловленностью задачи и устойчивостью метода, между гладкостью функции и точностью квадратурной формулы), поясняет суть утверждений, может изложить идею доказательства или привести содержательный пример (включая контрпример). Изложение логично, структурировано, без терминологических или содержательных ошибок.

«Хорошо»: Ответ в целом корректен и отражает хорошее понимание ключевых идей курса. Основные определения и условия теорем сформулированы верно, хотя могут отсутствовать второстепенные детали (например, не указано требование диагонального преобладания для сходимости метода Якоби). Студент понимает связь между основными понятиями (погрешность метода и вычислительная погрешность, сходимость и устойчивость), но объяснения могут быть неполными или недостаточно точными. Возможны незначительные неточности в терминологии. При уточняющих вопросах способен восстановить логику рассуждений, но аргументация может быть недостаточно развёрнутой.

«Удовлетворительно»: Ответ носит фрагментарный или формальный характер. Студент воспроизводит отдельные элементы теории (например, называет метод Гаусса или формулу Симпсона), но не владеет точными формулировками, не понимает условий применимости методов или источников погрешностей. Имеются существенные пробелы: путает прямые и итерационные методы, не различает аппроксимационную и вычислительную погрешности, не может объяснить, что означает устойчивость разностной схемы или обусловленность СЛАУ. Возможны грубые терминологические ошибки. Ответ демонстрирует минимально достаточный уровень для допуска к практическим или лабораторным работам, но требует серьёзной доработки теоретической базы.

«Неудовлетворительно»: Ответ отсутствует или содержит фундаментальные ошибки, свидетельствующие о непонимании базовых понятий дисциплины. Студент не может сформулировать даже простейшие определения (например, что такое интерполяционный многочлен, в чём состоит задача Коши, что означает сходимость итерационного процесса). Имеет место путаница в ключевых терминах (например, путает

LU-разложение с QR-разложением, не различает метод Ньютона и метод секущих), логическая несвязность, попытки угадывания вместо содержательного ответа. Теоретический материал курса не усвоен.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания решения задач по тематике лабораторных работ

Критерии оценки:

5 (Отлично): Все задачи решены корректно с обоснованным выбором численных методов; проведена оценка погрешности и анализ устойчивости/сходимости; выводы полные и обоснованные; оформление аккуратное.

4 (Хорошо): Большинство задач решены верно; допущены мелкие ошибки в реализации метода или оценке погрешности; выводы присутствуют, но краткие.

3 (Удовлетворительно): Решены не все задачи; есть ошибки в выборе метода, отсутствует оценка погрешности или проверка результатов; выводы неполные или отсутствуют.

2 (Неудовлетворительно): Менее половины заданий выполнено; систематические ошибки в применении численных методов; работа не соответствует заданию.

4.3. Методические указания по организации вычислительной инфраструктуры

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 3-го года обучения.
- Поддерживаемый язык программирования: Python, MATLAB.
- Наличие среды разработки (например, VS Code / PyCharm, pytest, Jupyter, MATLAB).
- Доступ к системам контроля версий (Git).

Цели, задачи и ожидаемые результаты

Цели организации вычислительной инфраструктуры

- Обеспечить студентам практику в разработке корректных, воспроизводимых и документированных реализаций численных алгоритмов (МКЭ, разностные схемы) и методов цифровой обработки сигналов (фильтрация, спектральный анализ, вейвлеты).
- Приучить к инженерной культуре программирования на Python: модульность, версионирование, автоматическое тестирование, анализ погрешностей и сложности, визуализация результатов.
- Организовать автоматизированную проверку решений по критериям: точность, корректность реализации, соответствие теоретическим оценкам, устойчивость.

Задачи преподавателя

1. Создание и настройка учебных групп и репозиториев в GitLab вуза
2. Настройка GitLab Runner с поддержкой Python-окружения.
3. Разработка шаблонных репозиториев для лабораторных работ по ключевым темам курса.
4. Написание автоматизированных тестов с эталонными данными и теоретическими критериями.
5. Визуализация результатов тестирования.

Ожидаемые результаты студентов

- Уверенное использование Git и GitLab для отправки решений и ведения истории изменений.
- Способность реализовывать и тестировать алгоритмы:

- Численные методы: разностные схемы, МКЭ (1D), решение СЛАУ, оценка погрешности.
- ЦОС: фильтрация (КИХ/БИХ), DFT/FFT, оконные функции, вейвлет-анализ.
- Умение анализировать результаты автотестов, корректировать код и интерпретировать отклонения от теоретических оценок.

Порядок реализации

Задача №1: Создание учётных записей студентов в GitLab вуза

- Создание учебных групп по подгруппам (например, CM_CSP_3-2).
- Массовое добавление студентов через CSV-файл (ФИО, email, логин).
- Назначение ролей: студенты – Developer, преподаватели – Maintainer/Owner.
- Создание шаблонов проектов для лабораторных работ: heat_equation, fem_1d, fft_analysis, filter_design, wavelet_transform.

Задача №2: Настройка GitLab Runner с поддержкой Python-окружения.

- Установка и регистрация GitLab Runner с executor типа docker или shell.
- Использование официального Python-образа (например, python:3.11-slim) с предустановленными зависимостями:
- bash
- 1
- pip install numpy scipy matplotlib pytest pytest-cov
- Настройка кэширования зависимостей (pip cache) для ускорения сборки.

Задача №3: Разработка шаблонных репозиторий для лабораторных работ по ключевым темам курса

Каждый шаблон включает:

- requirements.txt – список зависимостей.
- src/ – модули с реализацией:
- fem.py (матрица жёсткости, ансамблирование),
- fdm.py (разностные схемы для уравнений теплопроводности/волн),
- filters.py (реализация фильтров Баттерворта, Чебышева, скользящего среднего),
- spectral.py (DFT, оконное преобразование, вейвлеты через PyWavelets).
- tests/ – автотесты на pytest с эталонными данными и теоретическими проверками.
- notebooks/ (опционально) – примеры визуализации для отчёта.
- README.md – инструкция по установке, запуску тестов, формату отчёта.
- .gitlab-ci.yml – конфигурация CI с этапами:

yaml

stages:

- install
- test
- report

Задача №4: Написание автоматизированных тестов с эталонными данными и теоретическими критериями

Примеры тестов:

- ИЗ1 (Численные методы):
 - Проверка порядка сходимости для схемы Кранка–Николсона ($O(\tau^2 + h^2)$).
 - Корректность сборки матрицы жёсткости в 1D МКЭ (сравнение с эталоном).

- Устойчивость явной схемы для уравнения теплопроводности (проверка условия Куранта).
- И32 (ЦОС):
 - Точность реконструкции сигнала после DFT/FFT (ошибка $\leq 1e-12$ для синусоиды).
 - Амплитудно-частотная характеристика фильтра Баттерворта соответствует спецификации.
 - Корректность применения оконной функции (отсутствие утечки спектра на тестовом сигнале).

Тесты используют сравнение с эталонными массивами, теоретические оценки погрешности и проверку устойчивости.

Задача №5: Визуализация результатов тестирования

- После CI-пайплайна генерируется артефакт: report.json или results.csv.
- Отчёт содержит:
 - Абсолютную/относительную погрешность,
 - Эмпирический порядок сходимости,
 - Время выполнения,
 - Диагностические сообщения ("Условие устойчивости нарушено", "Погрешность превышает 5%").
- Студент получает интерпретируемую обратную связь, позволяющую улучшить реализацию.

Порядок проверки корректности

Чек-лист проверки:

1. Подготовка среды выполнения
 - Опубликована инструкция по установке Python, Git, VS Code/PyCharm.
 - Доступен Docker-образ (cm-csp-course:latest) с предустановленными пакетами.
 - Пример проекта (template-fem) успешно собирается и проходит тесты.
2. Учебные материалы и шаблоны
 - Для каждой лабораторной – отдельный шаблон с src/, tests/, README.md.
 - Код содержит документационные строки и комментарии по ключевым шагам.
 - В README указаны: цель работы, входные/выходные данные, формат отчёта, критерии оценки.
3. Система оценки
 - Автотесты на pytest проверяют:
 - Точность (сравнение с аналитическим решением или эталоном),
 - Порядок сходимости (через серию уменьшающихся шагов),
 - Устойчивость (проверка ограничений на шаг по времени/пространству).
 - Пороги погрешности обоснованы теоретически (например, $O(h^2) \rightarrow \text{ошибка} \leq C \cdot h^2$).
 - Тесты запускаются автоматически при git push.
4. Обратная связь и поддержка
 - Студент видит понятное сообщение об ошибке:
 - “Ошибка в решении уравнения теплопроводности: $\max|u_{\text{num}} - u_{\text{exact}}| = 0.021 > 0.01$ (допуск)”
 - В README и CI-отчётах – рекомендации:
 - “Уменьшите шаг по времени, чтобы удовлетворить условие Куранта: $\tau \leq h^2/2\alpha$.”

- Организован чат поддержки и консультационные часы.
5. Сопровождение и актуальность
- Все материалы обновлены на 2025/2026 учебный год.
 - Инфраструктура протестирована на пилотной группе (аспиранты/старосты).
 - Документированы ключевые компоненты: структура проекта, формат тестов, CI pipeline.

4.4. Методические указания по организации лабораторных работ

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 3-го года обучения.
- Поддерживаемый язык программирования: Python, MATLAB.
- Наличие среды разработки (например, VS Code / PyCharm, pytest, Jupyter, MATLAB).
- Доступ к системам контроля версий (Git).

Цели, задачи и ожидаемые результаты

Цель организации лабораторных работ:

Формирование у студентов практических навыков разработки, тестирования и анализа численных алгоритмов и методов цифровой обработки сигналов с учётом их точности, устойчивости, вычислительной сложности, спектральных свойств и поведения в условиях дискретизации и шума.

Задачи преподавателя:

1. Организовать лабораторные работы по ключевым темам дисциплины.
2. Подготовить методические материалы и инструментарий для выполнения лабораторных заданий.
3. Обеспечить студентов примерами реализаций, тестовыми данными и вычислительной средой.
4. Разработать критерии оценки и проверки выполненных работ.
5. Обеспечить связь между теоретическими свойствами методов и их поведением в реальных вычислениях.
6. Актуализировать лекционные презентации.

Ожидаемые результаты студентов:

- Знает численные методы: разностные схемы (теплопроводность, волновое уравнение), метод конечных элементов (1D), решение СЛАУ; Основы ЦОС: энергия/мощность сигнала, теорема Котельникова, DFT/FFT, Z-преобразование, фильтры (КИХ/БИХ), оконные функции, вейвлет-анализ.
- Умеет реализовывать численные схемы и сигнальные алгоритмы на Python, Оценивать погрешность (апостериорно и априорно), Анализировать устойчивость разностных схем и частотные характеристики фильтров, Визуализировать спектры, импульсные характеристики, функции формы, решения УЧП.
- Владеет навыками работы с Git, Сборкой и тестированием Python-проектов, Оформлением инженерного отчёта с графиками, таблицами погрешностей и интерпретацией результатов.

Порядок реализации

Задача №1: Организовать лабораторные работы по ключевым темам дисциплины

Порядок выполнения задачи:

1. Сформировать перечень работ, охватывающий программу:

- Разностные схемы: явная/неявная схема для уравнения теплопроводности, схема Кранка–Николсона, волновое уравнение.
 - Метод конечных элементов: построение матрицы жёсткости в 1D, ансамблирование, решение краевой задачи.
 - Спектральный анализ: DFT/FFT, оконное преобразование Фурье (STFT), анализ утечки спектра.
 - Фильтрация сигналов: проектирование и применение фильтров Баттерворта, Чебышева, эллиптических, фильтра скользящего среднего.
 - Вейвлет-анализ: непрерывное вейвлет-преобразование, выбор материнского вейвлета, локализация особенностей.
 - Теорема Котельникова и реконструкция: дискретизация и восстановление сигнала, антиалиасинг.
2. Определить объём и продолжительность каждой работы (2–4 академических часа).
 3. Разработать краткие методические указания с пошаговой инструкцией и контрольными вопросами.
 4. Оформить задания в формате Markdown/PDF с требованиями к коду, отчёту, графикам и оценке погрешности.
 5. Провести пилотное тестирование на ассистентах или коллегах.
 6. Внести корректировки на основе обратной связи.

Задача №2: Подготовить методические материалы и инструментарий для выполнения лабораторных заданий

Порядок выполнения задачи:

1. Убедиться в доступности и корректной установке: Python 3.9+, Git, pip, VS Code/PyCharm.
2. Подготовить инструкцию по настройке окружения и/или Docker-образ с предустановленными пакетами:

```
bash
```

```
pip install numpy scipy matplotlib pytest jupyter pywt
```

3. Разработать шаблон Python-проекта со структурой:

```
lab_heat_eq/
├── src/
│   ├── fdm.py
│   └── utils.py
├── tests/
│   └── test_fdm.py
├── data/                # эталонные данные
├── notebooks/          # примеры визуализации
├── requirements.txt
├── README.md
└── .gitlab-ci.yml
```

4. Проверить совместимость всех компонентов и корректность запуска тестов через pytest.
5. Убедиться, что среда поддерживает отладку (breakpoints в VS Code/PyCharm) и профилирование (cProfile).

Задача №3: Обеспечить студентов примерами кода, тестовыми данными и средой выполнения

Порядок выполнения задачи:

1. Создать эталонные реализации:
 - Явная схема для уравнения теплопроводности с проверкой условия Куранта,
 - 1D МКЭ с линейными базисными функциями,

- Фильтр Баттерворта с построением АЧХ,
 - STFT с окном Хэмминга и визуализацией спектрограммы.
2. Подготовить тестовые задачи с известными решениями:
 - Точное решение уравнения теплопроводности: $u(x,t) = \exp(-\pi^2 t) \cdot \sin(\pi x)$,
 - Чистый синусоидальный сигнал для проверки DFT,
 - Импульсный сигнал для анализа импульсной характеристики фильтра.
 3. Сформировать наборы для анализа устойчивости и погрешности:
 - Сигналы с частотой близкой к частоте Найквиста,
 - Жёсткие задачи для разностных схем,
 - Сигналы с разрывами для тестирования вейвлетов.
 4. Разработать примеры типичных ошибок:
 - Нарушение условия Найквиста → алиасинг,
 - Слишком большой шаг по времени → неустойчивость,
 - Отсутствие окна → утечка спектра.
 5. Документировать всё с комментариями, графиками и ссылками на теорию.

Задача №4: Разработать критерии оценки и проверки выполненных работ

Порядок выполнения задачи:

1. Сформулировать критерии:
 - Корректность реализации алгоритма (соответствие теории),
 - Наличие и точность оценки погрешности (апостериорная/априорная),
 - Анализ устойчивости (для разностных схем) и частотных характеристик (для фильтров),
 - Качество кода (модульность, читаемость, документирование),
 - Оформление отчёта (графики, таблицы, выводы).
2. Разработать чек-лист для преподавателя по каждой работе.
3. Для ключевых работ – подготовить автотесты на pytest, проверяющие:
 - Порядок сходимости (например, $O(h^2)$ → погрешность уменьшается в ~4 раза при удвоении разбиения),
 - Частоту среза фильтра (соответствие заданной спецификации),
 - Восстановление сигнала после дискретизации (ошибка < 1%).
4. Установить требования к отчёту:
 - Цель работы,
 - Краткая теория,
 - Фрагменты кода,
 - Графики решений/спектров/АЧХ,
 - Таблица погрешностей,
 - Выводы и интерпретация.
5. Обеспечить обратную связь: указание на ошибки и рекомендации («Увеличьте частоту дискретизации», «Примените окно Ханна»).

Задача №5: Обеспечить связь между теоретическими свойствами методов и их поведением в реальных вычислениях

Порядок выполнения задачи:

1. Включить в задания сравнительный анализ:
 - Явная vs. неявная схема для уравнения теплопроводности (устойчивость, вычислительные затраты),
 - Разные оконные функции (Хэмминг, Ханн, прямоугольное) – влияние на утечку спектра,
 - Фильтры Баттерворта vs. Чебышева – компромисс между крутизной среза и пульсациями.

2. Подготовить прикладные примеры:
 - Моделирование теплового поля в стержне (УЧП),
 - Подавление шума в аудиосигнале (фильтрация),
 - Обнаружение дефектов в конструкции по упругим волнам (вейвлет-анализ).
3. Требовать в отчёте объяснения наблюдаемого поведения:
 - Почему схема расходится при $\tau > h^2/2$?
 - Почему после DFT появляются гармоники, которых не было в сигнале?
 - Как выбор вейвлета влияет на разрешение по времени/частоте?
4. Проверить, что интерпретации соответствуют уровню 3-го курса и опираются на теорию.
5. Ввести итоговую комплексную работу: численное моделирование распространения упругой волны + спектральный анализ + обнаружение аномалии с помощью вейвлетов.

Задача №6: Актуализация презентаций

Порядок выполнения задачи:

1. Обновить лекционные презентации в соответствии с текущей программой курса.
2. Сверстать слайды в едином стиле:
 - Минимум текста, максимум – визуализаций:
 - Графики решений УЧП,
 - Спектрограммы,
 - АЧХ/ФЧХ фильтров,
 - Скалиграммы вейвлет-преобразования,
 - Блок-схемы алгоритмов (FFT, МКЭ, разностные схемы).
 - Включить анимации (опционально) для демонстрации эволюции решений во времени.
 - Добавить контрольные вопросы и ссылки на лабораторные задания.
3. Убедиться, что все формулы корректны, обозначения единообразны, а примеры соответствуют Python-реализациям из лабораторий.

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. - 7-е изд., испр. - Москва : Техносфера, 2024. - 552 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=719964> (дата обращения: 23.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-94836-686-9. - Текст : электронный. URL: http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=160773&idb=0
2. Дворкович, В. П. Оконные функции для гармонического анализа сигналов / В.П. Дворкович, А.В. Дворкович. - Издание второе, переработанное и дополненное. - Москва : Техносфера, 2016. - 216 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444852> (дата обращения: 11.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный. URL: http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=160774&idb=0
3. Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений : учебник и практикум для вузов / В. Е. Зализняк. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2025. - 356 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/559846> (дата обращения: 03.07.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-02714-3. - Текст : электронный. URL: http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=147120&idb=0
4. Немирко, А. П. Математический анализ биомедицинских сигналов и данных / А. П. Немирко, Л. А. Манило, А. Н. Калиниченко. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. - 246 с. : ил. - Библиогр.: с. 239-246. - ISBN 978-5-9221-1720-3 : 415 р. 91 к. - Текст :

непосредственный. URL:

http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=151815&idb=0

5. Голуб, М. В. (КубГУ). 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 : 26.83. - Текст : непосредственный. URL:

http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=103300&idb=0

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

5.2. Периодические издания и конференции (А*)

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>
3. IEEE Transactions on Big Data – научные статьи по обработке больших данных.
4. Journal of Big Data (SpringerOpen) – открытый журнал с исследованиями в области Big Data.
5. Big Data Research (Elsevier) – публикации по анализу, управлению и визуализации данных.
6. Data Science Journal (CODATA) – междисциплинарные исследования данных.
7. ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD) – методы извлечения знаний из больших данных.
8. <https://openreview.net/forum?id=FMMF1a9ifL>
9. <https://openreview.net/forum?id=EIUrNM9U8c#discussion>
10. <https://openreview.net/forum?id=JoO6mtCLHD>
11. <https://aclanthology.org/2024.findings-emnlp.760/>
12. <https://aclanthology.org/2020.coling-main.588/>
13. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72113-8_30
14. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-42448-9_10
15. <https://aclanthology.org/2024.findings-naacl.288/>
- 16.

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» <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>

6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>)
7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
8. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
9. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
10. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
12. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
14. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Бесплатные образовательные ресурсы

1. Jupyter Notebook – интерактивные вычисления
2. Visual Studio Code – редактор кода с поддержкой Python
3. Google Scholar/arXiv – доступ к научным публикациям

Ресурсы свободного доступа

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

7. 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 (модуля)

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной теоретический материал, лабораторных занятий, позволяющих студентам в полной мере ознакомиться с понятием дифференциальных уравнений и освоиться в решении практических задач.

По курсу предусмотрено проведение лабораторных занятий, на которых дается прикладной систематизированный материал. В ходе занятий разбираются методы решений задач по темам. После занятия рекомендуется выполнить упражнения, приводимые для самостоятельной работы.

При самостоятельной работе студентов необходимо изучить литературу, приведенную в перечнях выше, для осмысления вводимых понятий, анализа предложенных подходов и методов дискретной математики. При решении новой задачи студент должен уметь выбрать метод решения и его обоснование.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки работы с дискретными объектами.

Используются активные, инновационные образовательные технологии, которые способствуют развитию общекультурных, общепрофессиональных компетенций и профессиональных компетенций обучающихся:

- проблемное обучение;
- разноуровневое обучение;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа);
- информационно-коммуникационные технологии.

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

Учебно-методическим обеспечением курсовой работы студентов являются:

1. учебная литература;
2. нормативные документы ВУЗа;
3. методические разработки для студентов.

Самостоятельная работа студентов включает:

- оформление итогового отчета (пояснительной записки).
- анализ нормативно-методической базы организации;
- анализ научных публикации по заранее определённой теме;
- анализ и обработку информации;
- работу с научной, учебной и методической литературой,
- работа с конспектами лекций, ЭБС.

Для самостоятельной работы представляется аудитория с компьютером и доступом в Интернет, к электронной библиотеке вуза и к информационно-справочным системам.

Перечень учебно-методического обеспечения:

1. Основная образовательная программа высшего профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» по направлению подготовки.

2. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный университет».
3. Общие требования к построению, содержанию, оформлению и утверждению рабочей программы дисциплины Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.
4. Методические рекомендации по содержанию, оформлению и применению образовательных технологий и оценочных средств в учебном процессе, основанном на Федеральном государственном образовательном стандарте.
5. Учебный план основной образовательной программы по направлению подготовки.
6. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки.

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.

Важнейшим компонентом курса является самостоятельная проектная работа, в ходе которой студент разрабатывает законченное решение для решения задач (кейсов) индустриальных партнеров. Допускается выполнение проектов в командах.

Подход, определяющий установление соответствия кейсов ИП и УГТ (5-7), позволяет четко соотносить этапы развития технологии с вовлеченностью партнера и снижать риски при переходе от лабораторных испытаний к промышленному внедрению.

Кейсы ПАО «Сбербанк»

1. Анализ волатильности финансовых временных рядов с использованием вейвлет-преобразования

Описание:

Финансовые временные ряды (курсы валют, индексы) часто содержат локализованные всплески волатильности. Традиционный спектральный анализ не позволяет точно определить время и масштаб таких событий.

Цель:

Применить непрерывное вейвлет-преобразование (CWT) с материнскими вейвлетами (Морле, Добеши) для выявления моментов резких изменений и оценки масштаба волатильности.

Ожидаемый результат:

Программа на Python, генерирующая скалиграммы, выделяющая критические моменты (кризисы, анонсы) и оценивающая их энергетическую значимость с учётом уровня шума.

2. Реконструкция пропущенных значений в транзакционных временных рядах с учётом спектральных свойств

Описание:

В банковских данных часто встречаются пропуски (технические сбои, нерабочие дни). Простая интерполяция может исказить спектр сигнала и нарушить условия теоремы Котельникова.

Цель:

Разработать алгоритм реконструкции на основе оконного спектрального интерполяционного фильтра (sinc-интерполяция с окном) или метода минимальной энергии в частотной области.

Ожидаемый результат:

Python-скрипт, восстанавливающий пропущенные отсчёты с контролем искажения спектра и оценкой погрешности по сравнению с исходным (при наличии эталона).

3. Численное моделирование динамики клиентской активности с учётом частотно-временных паттернов

Описание:

Активность клиентов в мобильном приложении имеет циклическую структуру (день/ночь, будни/выходные), но также содержит внезапные всплески (после рассылки, сбоев).

Цель:

Применить оконное преобразование Фурье (STFT) и спектрограммы для выявления доминирующих частот и их изменений во времени, а также построить разностную модель эволюции активности.

Ожидаемый результат:

Программа на Python с визуализацией спектрограммы, автоматическим распознаванием режимов («спокойный», «всплеск», «падение») и оценкой устойчивости по критерию Куранта для разностной схемы.

4. Фильтрация шума в данных по цифровому рублю с сохранением импульсных характеристик

Описание:

Транзакции цифрового рубля содержат как гладкие тренды, так и резкие импульсы (массовые выплаты). Требуется подавить высокочастотный шум, не сглаживая значимые всплески.

Цель:

Разработать и сравнить КИХ- и БИХ-фильтры (Баттерворта, Чебышева), подобрать параметры по заданной полосе пропускания и оценить искажение импульсной характеристики.

Ожидаемый результат:

Фильтр на Python с визуализацией АЧХ/ФЧХ, импульсной и переходной характеристик, а также сравнением до/после фильтрации на реальных данных.

5. Оценка устойчивости скоринговых моделей к алиасингу при дискретизации поведенческих сигналов

Описание:

Поведенческие признаки (время входа в приложение, длительность сессии) дискретизируются с фиксированной частотой. При недостаточной частоте возникает алиасинг, искажающий модель.

Цель:

Исследовать влияние частоты дискретизации на качество модели через теорему Котельникова, применить антиалиасинговые фильтры и оценить численную устойчивость решений СЛАУ для логистической регрессии.

Ожидаемый результат:

Отчёт на Python с графиками спектров до/после фильтрации, зависимостью точности модели от частоты дискретизации и рекомендациями по выбору шага выборки.

Кейсы «АВАЛАБ»

1. Численный анализ упругих волн в конструкциях с использованием разностных схем и спектрального анализа

Описание:

При мониторинге мостов и трубопроводов регистрируются многомодовые упругие волны. Их дисперсионные характеристики содержат информацию о состоянии конструкции.

Цель:

Реализовать явную разностную схему для волнового уравнения, применить оконное преобразование Фурье и построить частотно-волновую диаграмму.

Ожидаемый результат:

Программа на Python, численно моделирующая распространение импульса, вычисляющая дисперсионные кривые и визуализирующая результаты в виде спектрограммы и фазовой скорости.

2. Обнаружение дефектов в материалах с помощью вейвлет-анализа сигналов акустической эмиссии

Описание:

Сигналы акустической эмиссии при нагрузке содержат короткие импульсы от микротрещин. Их сложно выделить на фоне шума стандартными методами.

Цель:

Применить непрерывное вейвлет-преобразование с локализованными вейвлетами (Морле, Гаусс) для выявления особенностей и оценки их масштаба/времени.

Ожидаемый результат:

Python-модуль с автоматическим пороговым детектированием всплесков, визуализацией скалиграммы и оценкой локализации дефекта по времени прихода волны.

3. Численное решение обратной задачи теплопроводности для оценки теплоизоляции зданий

Описание:

По измерениям температуры на внутренней поверхности стены требуется восстановить теплоток и оценить коэффициент теплопроводности. Это – некорректная обратная задача.

Цель:

Решить уравнение теплопроводности методом конечных разностей в обратном времени с применением регуляризации Тихонова и оценкой устойчивости к шуму.

Ожидаемый результат:

Программа на Python, реализующая схему Кранка–Николсона в прямом и обратном направлении, с визуализацией восстановленного профиля и анализом ошибки при разных уровнях шума.

4. Моделирование распространения тепла в строительных конструкциях методом конечных элементов (1D)

Описание:

Для расчёта энергоэффективности требуется решить краевую задачу теплопроводности в многослойной стене с различными коэффициентами.

Цель:

Реализовать одномерный МКЭ с кусочно-линейными функциями формы, собрать матрицу жёсткости и решить СЛАУ.

Ожидаемый результат:

Python-скрипт, вычисляющий распределение температуры по толщине стены, с визуализацией решения и сравнением с аналитическим (при однородном слое).

5. Сравнение методов фильтрации сигналов мониторинга для подавления помех от промышленных источников

Описание:

Сигналы от датчиков вибрации и деформации часто подвержены влиянию промышленных помех (50 Гц и гармоники).

Цель:

Сравнить эффективность режекторного фильтра, адаптивной фильтрации и спектральной маскировки на основе DFT для подавления узкополосных помех.

Ожидаемый результат:

Программа на Python, реализующая три подхода, с визуализацией спектра до/после фильтрации и количественной оценкой подавления помех (в дБ) и искажения полезного сигнала.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Перечень информационно-коммуникационных технологий

1. Электронная почта (mail.ru, yandex.ru)
2. Yandex Browser
3. Система управления обучением Moodle – сдача работ
4. GitLab / GitHub – хранение и проверка кода

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1. OpenOffice
2. GIT
3. Yandex Browser
4. Mozilla Firefox
5. Google Chrome
6. Python + Jupyter + Google Colab
7. SymPy/SageMath
8. Octave (аналог MATLAB)
9. CMake – система сборки проектов на C++
10. Gnuplot – визуализация графиков и погрешностей
11. Visual Studio Code – редактор кода с поддержкой C++ и Git
12. LaTeX (Overleaf) – оформление отчётов с математическими формулами

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
2.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением
3.	Практические занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением

б.	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.
----	------------------------	--

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.

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)	Операционная система Windows 10/11, пакет Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	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)	Операционная система Windows 10/11, пакет Microsoft Office