

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



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Т.А. Хагуров

подпись

«0» мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.02.01

**ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ АППРОКСИМАЦИИ
И ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Направление подготовки

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль)

«Математическое и компьютерное моделирование»

Форма обучения

очная

Квалификация

бакалавр

Краснодар
2025

Рабочая программа дисциплины «Введение в теорию аппроксимации и гармонический анализ» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки (уровень высшего образования: бакалавриат)

Программу составил:
доцент, канд. физ.-мат. наук Марковский А. Н.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов, протокол № 15 от 13.05.2025.

Заведующий кафедрой математических и компьютерных методов Лежнев А. В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук, протокол № 4 от 14.05.2025.

Председатель УМК факультета математики и компьютерных наук Шмалько С. П.



Рецензенты:

Савенко И. В., коммерческий директор ООО «РосГлавВино»

Никитин Ю. Г., доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Введение в теорию аппроксимации и гармонический анализ» являются: формирование углубленных знаний по теории аппроксимации и гармоническому анализу; знакомство с задачами теории аппроксимации и методами их решения; приложение методов теории аппроксимации к решению практических прикладных задач.

1.2 Задачи дисциплины

Получение базовых теоретических сведений о банаховых и гильбертовых пространствах применительно к теории аппроксимации и гармоническому анализу; решение задач аппроксимации связанных с сжатием цифровых изображений, обработкой аналоговых сигналов и численным методом решения краевых задач; построение алгоритмов решения задач аппроксимации и их реализация в системе компьютерной алгебры (MathCAD), визуализация полученных результатов, проведение численных экспериментов.

При освоении дисциплины вырабатывается общематематическая культура: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, применять полученные знания и навыки для решения конкретных прикладных задач, строить алгоритмы решения и проводить численные расчеты, в частности, понимать принципы JPEG технологии сжатия цифровых изображений, понимать идею метода базисных потенциалов широко применяемого для решения краевых задач уравнений математической физики и гидродинамики.

Получаемые знания лежат в основе математического образования и служат развитию навыков математического и компьютерного моделирования, вычислительного эксперимента, применения численных методов и программных комплексов.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Введение в теорию аппроксимации и гармонический анализ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б.1 «Дисциплины (модули)» и является дисциплиной для изучения по выбору.

Знания и умения, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при изучении общих и специальных курсов, при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ, связанных с применением компьютерных технологий.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций.

| Код и наименование индикатора* достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| ПК-1 – Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий | |
| ПК-1.1 – Демонстрирует навыки решения задач математического анализа, линейной алгебры и аналитической геометрии, используя фундаментальные знания, | Знает основные методы критического анализа и основы системного подхода как общенаучного метода |
| | Умеет анализировать задачу, используя основы критического анализа и системного подхода |

| Код и наименование индикатора* достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| полученные в области данных математических дисциплин | Умеет осуществлять поиск необходимой для решения поставленной задачи информации, критически оценивая надежность различных источников информации |
| ПК-1.2 – Демонстрирует навыки программирования подготовленных алгоритмов решения вычислительных задач, разработки структуры и программирования реляционных баз данных, а также экспертных систем | Знать информационно-коммуникационные технологии и основные требования информационной безопасности |
| | Уметь использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач |
| | Владеть навыками математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач |
| ПК-1.3 – Владеет сетевыми технологиями, в том числе, основами теории нейронных сетей | Знать информационно-коммуникационные технологии и основные требования информационной безопасности |
| | Уметь использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач |
| | Владеть навыками математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач |
| ПК-1.4 – Собирает и анализирует научно-техническую информацию с учетом базовых представлений, полученных в области фундаментальной математики, механики, естественных наук, программирования и информационных технологий | Знать информационно-коммуникационные технологии и основные требования информационной безопасности |
| | Уметь использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач |
| | Владеть навыками математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач |
| ПК-4 – Способен преподавать математику и информатику в средней школе, специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения | |
| ПК-4.1 – Понимает и объясняет место преподаваемого предмета в структуре учебной деятельности; возможности предмета по формированию УУД; специальные приемы вовлечения в учебную деятельность по предмету обучающихся с разными образовательными потребностями; устанавливать контакты с обучающимися разного возраста и их родителями (законными представителями), другими педагогическими и иными работниками; современные педагогические технологии реализации компетентного подхода с учетом возрастных и индивидуальных особенностей обучающихся; методы и технологии поликультурного, дифференцированного и развивающего обучения | Знать методы математического и алгоритмического моделирования |
| | Уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры |
| | Владеть навыками решать стандартные задачи профессиональной деятельности |
| ПК-4.2 – Осуществляет выбор места | Знать методы математического и алгоритмического |

| Код и наименование индикатора* достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине |
|--|---|
| преподаваемого предмета в структуре учебной деятельности; возможности предмета по формированию УУД; специальных приемов вовлечения в учебную деятельность по предмету обучающихся с разными образовательными потребностями; устанавливает контакты с обучающимися разного возраста и их родителями (законными представителями), другими педагогическими и иными работниками; современных педагогических технологий реализации компетентностного подхода с учетом возрастных и индивидуальных особенностей обучающихся; методов и технологий поликультурного, дифференцированного и развивающего обучения | моделирования |
| | Уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры |
| | Владеть навыками решать стандартные задачи профессиональной деятельности |
| ПК-4.3 – Владеет навыками обучения и диагностики образовательных результатов с учетом специфики учебной дисциплины и реальных учебных возможностей всех категорий обучающихся; приемами оценки образовательных результатов: формируемых в преподаваемом предмете предметных и метапредметных компетенций, а также осуществлять (совместно с психологом) мониторинг личностных характеристик | Знать методы математического и алгоритмического моделирования |
| | Уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры |
| | Владеть навыками решать стандартные задачи профессиональной деятельности |

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

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

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, их распределение по видам работ представлено в таблице.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры (часы) |
|--|-------------|-----------------|
| | | 5-й |
| Контактная работа, в том числе: | 40,2 | |
| Аудиторные занятия (всего) | 34 | |
| Занятия лекционного типа | 16 | |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | – | |
| Лабораторные занятия | 18 | |
| Иная контактная работа: | | |

| | | |
|--|--------------------------------------|-------------|
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | 6 | |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | 0,2 | |
| Самостоятельная работа, в том числе: | 67,8 | |
| Проработка учебного (теоретического) материала | 60 | |
| Подготовка к текущему контролю | 7,8 | |
| Общая трудоемкость | час. | 108 |
| | в том числе контактная работа | 40,2 |
| | зач. ед | 3 |

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре.

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | | Самостоятельная работа |
|-----------|---|------------------|-------------------|----|----|-----|------------------------|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | КСР | |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | | |
| 1. | Линейные и нормированные пространства | 24 | 4 | – | 4 | – | 16 |
| 2. | Аппроксимация в банаховых пространствах | 26 | 4 | – | 4 | 2 | 16 |
| 3. | Аппроксимация в гильбертовых пространствах и Фурье анализ | 31,8 | 4 | – | 6 | 2 | 19,8 |
| 4. | Метод базисных потенциалов | 28 | 4 | – | 4 | 2 | 16 |
| | <i>Итого по дисциплине:</i> | 108 | 16 | – | 18 | 6 | 67,8 |

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

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

| № | Наименование раздела | Содержание раздела | Форма текущего контроля |
|--------------------|---|---|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5-й семестр | | | |
| 1 | Линейные и нормированные пространства | Определение линейного пространства. Линейная зависимость и линейная независимость элементов. Линейные многообразия. Примеры. Выпуклые множества в линейных пространствах. Определение нормированного пространства. Предел последовательности. Примеры нормированных пространств. Эквивалентность норм в конечномерных пространствах. Изоморфизм, изометрия и вложение нормированных пространств | УО |
| 2 | Аппроксимация в банаховых пространствах | Фундаментальные последовательности. Определение банахового пространства. Примеры банаховых пространств. Подпространства нормированного пространства. Расстояние от точки до подпространства. Приближение элементами подпространства. Линейные многообразия плотные в нормированном про- | УО |

| | | | |
|---|---|---|----|
| | | странстве. Ряды в нормированных и банаховых пространствах. Банаховы пространства со счетным базисом. Сепарабельные пространства | |
| 3 | Аппроксимация в гильбертовых пространствах и Фурье анализ | Евклидовы и унитарные пространства. Определение гильбертова пространства. Ортогональные и ортонормированные системы. Процесс ортогонализации Шмидта. Определитель Грама и его свойства. Расстояние от точки до подпространства. Ортогональные дополнения. Ряды Фурье в гильбертовом пространстве. Неравенство Бесселя. Полные ортогональные системы. Ряды Фурье в оснащенном банаховом пространстве. Ортогональные разложения | УО |
| 4 | Метод базисных потенциалов | Полные системы потенциалов на отрезке. Проблема выбора базисных точек. Полные системы на границе области. Задача Робена и алгоритм решения. Внутренняя задача Дирихле для уравнения Лапласа и алгоритм решения. Другие полные системы потенциалов и их применение в задачах математической физики и задачах сжатия цифровых изображений. | УО |

2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

| № | Наименование лабораторных работ | Форма текущего контроля |
|--------------------|--|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 5-й семестр | | |
| 1 | Линейная зависимость и линейная независимость элементов линейного пространства | ЛР |
| 2 | Базис в линейном пространстве и разложение по базису | ЛР |
| 3 | Задача наилучшей аппроксимации для конечномерного пространства | ЛР |
| 4 | Задача наилучшей аппроксимации бесконечно дифференцируемой функции многочленом фиксированной степени | ЛР |
| 5 | Разложение в ряд Тейлора | ЛР |
| 6 | Локальная аппроксимация бесконечно дифференцируемой функции | ЛР |
| 7 | Задача Чебышева. Многочлены Чебышева | ЛР |
| 8 | Пространство непрерывных функций | ЛР |
| 9 | Теорема Вейерштрасса о плотности многочленов в пространстве непрерывных функций | ЛР |
| 10 | Решение задачи наилучшей аппроксимации в евклидовом пространстве | ЛР |
| 11 | Ортогонализация Шмидта канонической системы многочленов | ЛР |
| 12 | Неустойчивость процесса ортогонализации Шмидта | ЛР |
| 13 | Многочлены Лежандра и их свойства | ЛР |
| 14 | Аппроксимация непрерывной функции многочленами Лежандра | ЛР |
| 15 | Коэффициенты элемента аппроксимации | ЛР |
| 16 | Скорость аппроксимации | ЛР |
| 17 | Тригонометрическая система | ЛР |
| 18 | Разложение непрерывной функции по тригонометрической системе | ЛР |
| 19 | Сравнение аппроксимативных свойств различных систем | ЛР |

| | | |
|----|--|----|
| 20 | Разложение по неортогональным системам | ЛР |
| 21 | Определитель Грама и его свойства | ЛР |
| 22 | Полные системы потенциалов на отрезке | ЛР |
| 23 | Проблема выбора базисных точек | ЛР |
| 24 | Полные системы на границе области | ЛР |
| 25 | Задача Робена и алгоритм решения | ЛР |
| 26 | Внутренняя задача Дирихле для уравнения Лапласа и алгоритм решения | ЛР |
| 27 | Сравнение аппроксимативных свойств различных систем | ЛР |

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

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены

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

Самостоятельная работа студентов по дисциплине включает следующие виды деятельности:

- проработку и анализ лекционного материала;
- изучение учебной литературы;
- поиск информации в сети Интернет по различным вопросам;
- решение задач по темам курса;
- работу с вопросами для самопроверки;
- подготовку к контрольной работе;
- подготовку к зачёту.

Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины представлен в таблице.

| № | Вид самостоятельной работы | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|----|--|--|
| 1. | Подготовка к текущему контролю | <p>Методические указания для подготовки к занятиям лекционного и семинарского типа. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.</p> <p>Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.</p> <p>Методические указания по использованию интерактивных методов обучения. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5т от 05 мая 2022 г.</p> <p>Методические указания по подготовке эссе, рефератов, курсовых работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5т от 05 мая 2022 г.</p> |
| 2. | Выполнение лабораторных работ и расчетно-графических заданий | <p>Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.</p> <p>Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий. Утверждены на заседании Совета факультета матема-</p> |

| | | |
|----|---|---|
| | | тики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г. |
| 3. | Подготовка и оформление отчетов по практике | 1. Методические указания по подготовке и оформлению отчета по практике. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г. |
| 4. | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы | 1. Методические указания по выполнению и защите выпускной квалификационной работы (бакалавриат, магистратура, специалитет). Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 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

Лекции, лабораторные занятия, контрольные работы, зачет.

Разбор практических задач и примеров, моделирование ситуаций, приводящих к тем или иным ошибкам в программе, выработка навыков выявления и исправления ошибок в процессе написания программы. Построение тестовых примеров для выявления ошибок в программе и сравнения эффективности различных алгоритмов.

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

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету:

- 1) Линейная зависимость и линейная независимость элементов;
- 2) Линейные многообразия. Примеры;
- 3) Выпуклые множества в линейных пространствах;
- 4) Эквивалентность норм в конечномерных пространствах;
- 5) Изоморфизм, изометрия и вложение нормированных пространств;
- 6) Определение банахового пространства. Примеры банаховых пространств;
- 7) Подпространства нормированного пространства. Расстояние от точки до подпространства;
- 8) Приближение элементами подпространства;
- 9) Линейные многообразия плотные в нормированном пространстве;

- 10) Ряды в нормированных и банаховых пространствах;
- 11) Банаховы пространства со счетным базисом. Сепарабельные пространства;
- 12) Евклидовы и унитарные пространства. Определение гильбертова пространства;
- 13) Процесс ортогонализации Шмидта. Определитель Грама и его свойства;
- 14) Расстояние от точки до подпространства;
- 15) Ортогональные дополнения;
- 16) Ряды Фурье в гильбертовом пространстве;
- 17) Неравенство Бесселя. Полные ортогональные системы;
- 18) Ряды Фурье в оснащенном банаховом пространстве;
- 19) Ортогональные разложения;
- 20) Полные системы потенциалов на отрезке;
- 21) Полные системы на границе области;
- 22) Задача Робена и алгоритм решения;
- 23) Внутренняя задача Дирихле для уравнения Лапласа и алгоритм решения.

Полный набор всех вариантов оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и вопросов к зачету приводится в ФОС (Фонде оценочных средств), который оформлен как отдельное приложение к рабочей программе.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

По функциям $_{x0001}_$, $_{x0001}_$ определить следующие функции:

$_{x0001}_$ $_{x0001}_$ – точка пересечения графиков $_{x0001}_$ и $_{x0001}_$.

$_{x0001}_$,

$_{x0001}_$ – ломанная с $_{x0001}_$ звеньями находящаяся в $_{x0001}_$ -полосе функции $_{x0001}_$; координаты звеньев задаются случайным образом.

$_{x0001}_$ – кусочно-постоянная функция построенная по $_{x0001}_$, абсциссы кусков определяются равномерным разбиением отрезка $_{x0001}_$ на $_{x0001}_$ частей.

$_{x0001}_$.

Задание № 1. Для функций: $_{x0001}_$ построить в MathCAD аппроксимации и вычислить величину уклонения при различных $_{x0001}_$ $_{x0001}_$, построить графики скорости аппроксимации:

- a) полиномами Лежандра;
- b) полиномами Чебышева;
- c) тригонометрической системой;
- d) системами потенциалов $_{x0001}_$.

Результаты свести в таблицу и указать для какой функции какая система является наиболее предпочтительней.

Задание № 2. Средствами MathCAD решить задачу Робена для области $_{x0001}_$ с границей $_{x0001}_$, где $_{x0001}_$, $_{x0001}_$ – дуга графика $_{x0001}_$ при $_{x0001}_$ и $_{x0001}_$ – дуга графика $_{x0001}_$ при $_{x0001}_$. Вычислить константу Робена и построить линии уровня полученного потенциала Робена.

Задание № 3. Средствами MathCAD решить внутреннюю задачу Дирихле для уравнения Лапласа:

$$\Delta w(x)|_Q = 0, w(x)|_S = f(x),$$

где $_{x0001}_$ Построить линии уровня поверхности $_{x0001}_$ – решения задачи Дирихле.

Для получения зачёта студент должен выполнить и сдать преподавателю полученные практические семестровые задания.

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 форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Учебная литература

1. Кузовлев, В.П. Курс геометрии: элементы топологии, дифференциальная геометрия, основания геометрии [Электронный ресурс] : учебник / В.П. Кузовлев, Н.Г. Подаева. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2012. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59618>

2. Треногин, В.А. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Треногин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 312 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2341>

3. Кудряшов, С.Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики» : учебное пособие / С.Н. Кудряшов, Т.Н. Радченко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», Факультет математики, механики и компьютерных наук. - Ростов : Издательство Южного федерального университета, 2011. - 308 с. - ISBN 978-5-9275-0879-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241103>

4. Нартя, В.И. Блочно-матричный метод математического моделирования поверхностей / В.И. Нартя. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. – 236 с. : ил., табл., схем. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0119-7 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444171>

5. Афанасьев, К.Е. Основы высокопроизводительных вычислений : учебное пособие / К.Е. Афанасьев, И.В. Григорьева, Т.С. Рейн. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. - Т. 3. Параллельные вычислительные алгоритмы. - 185 с. -

ISBN 978-5-8353-1546-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232205>

5.2 Периодическая литература

1. Вычислительные методы и программирование. Электронный научный журнал НИВЦ МГУ (Научно-исследовательский вычислительный центр Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова) <http://num-meth.srcc.msu.ru>.
2. Сибирские электронные математические известия, электронный научный журнал института математики им. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук, <http://semr.math.nsc.ru/indexru.html>.

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

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>
5. Список литературы по MathCAD. Образовательный математический сайт: http://www.exponenta.ru/soft/mathcad/mathcad_book.asp

Профессиональные базы данных:

1. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
2. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
3. «Лекториум ТВ» <http://www.lektorium.tv/>
4. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Ресурсы свободного доступа:

1. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>;
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>;
4. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
5. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
6. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
7. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
8. Образовательный портал «Учеба» <http://www.ucheba.com/>;

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы

КубГУ:

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

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной теоретический материал, рассматриваются основные приёмы решения задач и решаются примеры практических задач.

На лабораторных занятиях студенты, решая семестровые задания, приобретают практические навыки применения компьютерных пакетов, написания и отладки программ, программной реализации алгоритмов теории аппроксимации.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине «Введение в теорию аппроксимации и гармонический анализ», во время которой студенты осуществляют проработку необходимого материала, используя литературу из основного и дополнительного списков, готовятся к текущему контролю, изучая примеры задач, рассмотренных на лекциях и на практических занятиях, и образцы программ по темам лабораторных занятий (выдаются студентам в электронном виде).

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

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

7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Распределение видов материально-технического обеспечения по видам занятий представлено в таблице.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|--|---|---|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (302Н, 303Н, 308Н, 309Н, 505А, 507А) | Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | средство подготовки презентаций MS PowerPoint; математический пакет MathCAD |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций (301Н, 309Н, 316Н, 320Н) | Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации | Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint; математический пакет MathCAD |
| Учебные аудитории для проведения текущей и промежуточной аттестации (301Н, 302Н, 303Н, 307Н, 308Н, 308На, 309Н, 310Н, 312Н, 314Н, 316Н, 318Н, 320Н) | Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | Математический пакет MathCAD |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возмож-

ностью 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) | Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (301Н, 302Н, 303Н, 307Н, 308Н, 308На, 309Н, 310Н, 312Н, 314Н, 316Н, 318Н, 320Н) | Мебель: учебная мебель. Подключение к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации | Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint |