

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



Хагуров Т.А.

«29» мая 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.03.01 Геометрия и современная теория нелинейных
дифференциальных уравнений**

Направление подготовки: 01.05.01 Фундаментальная математика и механика

Специализация: Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

Форма обучения: очная

Квалификация: Математик. Механик. Преподаватель

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.7 ГЕОМЕТРИЯ И СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Программу составил:

Голуб М.В., доцент, доктор физ.-мат. наук _____

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.7 ГЕОМЕТРИЯ И СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ утверждена на заседании кафедры теории функций протокол № 8 «17» марта 2020 г.

Заведующий кафедрой теории функций Голуб М.В. _____

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теории функций протокол № 8 «17» марта 2020 г.

Заведующий кафедрой теории функций Голуб М.В. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 2 «30» апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Шмалько С.П. _____

Рецензенты:

Гусаков Валерий Александрович, канд. физ. – мат. наук,
директор ООО «Просвещение – Юг»

Засядко Ольга Владимировна, доцент кафедры информационных образовательных технологий, канд. физ. - мат. наук, доцент

1 Цели и задачи изучения дисциплины .

1.1 Цель освоения дисциплины.

Целью изучения дисциплины Б1.В.ДВ.07.02 «Геометрия и современная теория нелинейных дифференциальных уравнений» является введение в современную теорию нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих нелинейные модели; овладение современными методами применения аналитической теории к нелинейным уравнениям в частных производных; формирование навыков анализа нелинейных моделей.

1.2 Задачи дисциплины

Основной задачей является освоение методов исследования нелинейных уравнений, основанных на свойствах пространств мероморфных функций и дифференциалов на римановых поверхностях.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Геометрия и современная теория нелинейных дифференциальных уравнений» относится к вариативной части профессионального цикла Блока1 "Дисциплины (модули)" учебного плана (Б1.В.ДВ). Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками по программе дисциплин «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Комплексный анализ», «Численные методы».

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

Программа определяет общий объем знаний, позволяющий сформировать у студента культуру решения как простых вспомогательных задач, так и умения программировать, владение общими принципами построения вычислительных алгоритмов, написания и отладки компьютерных программ.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Сингулярные интегральные уравнения и краевые задачи в теории упругости»:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	способностью к самостоятельному анализу поставленной задачи, выбору корректного метода ее решения, построению алгоритма и его реализации, обработке и анализу полученной информации	понятия и гипотезы для предметной области и исследуемых моделей	ориентироваться в современных методах и подходах, применяемых для изучения рассматриваемых процессов и явлений, грамотно использовать и развивать математическую теорию и физико-математические модели, лежащие в их основе	навыками применения классических и современных методов анализа математических моделей формализованных материальных объектов и процессов

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)
		7 семестр
Контактная работа (всего), в том числе:		
Аудиторные занятия (всего)	40	40
В том числе:		
Занятия лекционного типа	18	18
Лабораторные занятия	18	18
Иная контактная работа		
В том числе:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:	40,2	40,2
Проработка учебного материала	5	5
Выполнение индивидуальных заданий	20	20
Подготовка к текущему контролю	6,8	6,8
Контроль		

Общая трудоемкость	час.	72	72
	в том числе контактная работа	42,2	42,2
	зач. ед	2	2

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины, разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре (*очная форма*)

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

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауди- торная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Определение абстрактной римановой поверхности	8	2		2	4
2.	Мероморфная группа	14,4	4		4	6,4
3.	Алгебраические кривые	8	2		2	4
4.	Мероморфные функции и дифференциалы на алгебраической кривой	15	4		4	7
5.	Преобразование Абеля	14	4		4	6
6.	Функции Бейкера-Ахиезера	8,8	2		2	4,4
	<i>Итого по дисциплине:</i>		18		18	31,8

2.3.2 Занятия семинарского типа – не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1		3	4
1.	1	Определение абстрактной римановой поверхности	Опрос по теоретическому материалу . Выполнение практических индивидуальных заданий.
2.	1	Мероморфная группа	Опрос по теоретическому материалу . Выполнение практических индивидуальных заданий.
3.	1	Алгебраические кривые	Опрос по теоретическому материалу . Выполнение практических индивидуальных заданий.
4.	2	Мероморфные функции и дифференциалы на алгебраической кривой	Опрос по теоретическому материалу . Выполнение практических индивидуальных заданий.

5.	2	Преобразование Абеля	Проверка выполнения практических индивидуальных заданий.
6.	2	Функции Бейкера-Ахиезера	Проверка выполнения практических индивидуальных заданий.

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

№	Вид самостоятельной работы	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры
2	Подготовка к лабораторным занятиям	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании кафедры
3	Подготовка к решению задач	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры
4	Подготовка к текущему контролю	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информа-

ционно-объяснительные *лекции*, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой и др. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Лекции представляют собой систематический обзор понятий и методов Комплексного анализа с подачей материала в форме презентаций и с использованием других интерактивных технологий: проблемное обучение, моделирование, дискуссия.

Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов	
		всего ауд. часов	интерактивные часы
1	2	3	4
1.	Определение абстрактной римановой поверхности	8	6
2.	Мероморфная группа	19	8
3.	Алгебраические кривые	7	1
4.	Мероморфные функции и дифференциалы на алгебраической кривой	2	0
<i>Итого по дисциплине:</i>		39	15

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием возможностей средств удаленного доступа (электронная почта, видеоконференция).

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

Текущий контроль знаний студентов представляет собой:

- выполнение расчетно-графических заданий;

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля выполнения заданий, лабораторных работ, средств для промежуточной аттестации (зачета)

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- выполнения лабораторных работ;
- оценки, выставяемой при сдаче индивидуальных заданий;

Зачет выставяется по результатам выполненных индивидуальных заданий и текущей работы на лабораторных занятиях.

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.

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

4.1.1. Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ

Для успешного выполнения лабораторной работы обучающемуся следует ознакомиться с теоретической частью дисциплины по теме лабораторной работы, изложенной в лекциях. Для углубленного понимания теоретического материала могут быть использованы источники, указанные в списке основной литературы [1-4], дополнительной [5-7].

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

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Промежуточный контроль осуществляется в конце семестра в форме зачета.

Образцы расчетно-графических заданий к лабораторным работам

Разработать параллельные программы для систем с общей и распределенной памятью для решения следующих задач:

1. Умножение матриц больших размерностей различными способами: строка на столбец, блочное умножение, быстрое умножение. Сравнить производитель программы для матриц разного размера и при разном количестве рабочих процессов.
2. Умножение разреженных матриц. Матрица хранится ненулевыми элементами строки. Сравнить производитель программы для матриц разного размера и при разном количестве рабочих процессов.

3. Пусть дана разрежённая матрица, представленная ненулевыми элементами строки. Найти транспонированную матрицу. Сравнить производительность программы для матриц разного размера и при разном количестве рабочих процессов
4. Реализовать параллельный алгоритм решения блочных систем уравнений.
5. Реализовать параллельный алгоритм решения систем уравнений ленточного типа.
6. Реализовать параллельный алгоритм нахождения всех нулей заданной на некотором интервале функции.
7. Решение СЛАУ методом исключений Гаусса. Сравнить производительность программы для систем разного размера и при разном количестве рабочих процессов.
8. Выполнить LU -разложение матрицы. Проверить корректность вычислений, т. е., что $LU = A$. Здесь L — нижняя треугольная матрица, U — верхняя треугольная матрица. Сравнить производительность программы для матриц разного размера и при разном количестве рабочих процессов.
9. Задача аппроксимации интеграла непрерывной функции $f(x)$ на интервале $[a, b]$.
10. Параллельный алгоритм поиска в неупорядоченном массиве
11. Поиск в упорядоченном массиве
12. Решение задачи оптимизации методом наискорейшего спуска
13. Промоделировать движение шаров на бильярдном столе. Задать начальные положения и скорости всех шаров, считая движение идеальным, без трения.
14. Решить уравнение Лапласа (эллиптическое дифференциальное уравнение в частных производных) методом Якоби. Известны значения в точках на границе, нужно аппроксимировать решение во внутренних точках области, покрыв область равномерной сеткой точек (сеточные вычисления). В методе Якоби новое значение в каждой точке сетки равно среднему от предыдущих значений её соседних точек (4 точки). Вычисления выполняются по достижению заданной точности (разница между текущей и предыдущей итерацией).
15. Решить уравнение Лапласа (эллиптическое дифференциальное уравнение в частных производных) при помощи метода последовательной сверхрелаксации по схеме «красное-чёрное». Известны значения в точках на границе, нужно аппроксимировать решение во внутренних точках области, покрыв область равномерной сеткой точек (сеточные вычисления). Вычисления выполняются по достижению заданной точности (разница между текущей и предыдущей итерацией). Использовать алгоритм пульсации
16. Решение задачи Коши: $a_2(x)y'' + a_1(x)y' + a_0(x) = 0; y(0) = y_0, y'(0) = y_1$
17. Решение двумерной краевой задачи для неоднородного уравнения Лапласа методом конечных разностей в области Ω :

$$\begin{cases} \Delta u = f(x, y) \\ u(x)|_{x \in \Omega} = u_0(x) \end{cases}$$
18. Задача выделение областей изображения. Представить изображение матрицей чисел, определяющих цвет пикселя. Определить количество областей, составляющих изображение, используя алгоритм пульсации для межпроцессорного взаимодействия. Два пикселя принадлежат одной области, если они являются соседями по горизонтали или вертикали. Для решения задачи можно использовать матрицу меток областей, назначая метке максимальное значение среди соседей.
19. Задача сглаживания изображения. Представить изображение матрицей чисел, определяющих цвет пикселя (1 — есть цвет, 0 — нет). Нужно убрать «пики» и «зазубрины», затемнить все светлые пиксели, у которых как минимум d соседей не освещены, то же сделать и для тёмных пикселей. Использовать алгоритм пульсации. Рассмотреть задачу для разных изображений, разного количества процессоров, числа d .

20. Нахождение простых чисел $< n$ решетом Эратосфена. Использовать конвейер процессов-фильтров, каждый получает поток чисел от соседа слева и отправляет поток соседу справа (последний — первому). Первое число, полученное фильтром, будет простым; отсылаем соседу числа, не кратные первому. Конец списка можно отслеживать специальным маркером, когда процесс завершает работу.
21. Генерация простых чисел $< n$ с помощью портфеля задач. Используется алгоритм «управляющий-рабочие». Управляющий передаёт рабочим процессам числа, кандидаты в простые (например, 5, 7, 9, ...). Рабочие процессы имеют начальный массив простых чисел (2, 3), простые числа, полученное простые числа передаются управляющему, который и может рассылать их остальным процессам.
22. Найти кратчайшие пути между всеми парами вершин непустого взвешенного графа, если в нём нет циклов отрицательной суммарной длины, либо обнаружить наличие таких циклов. Для решения задачи использовать параллельную реализацию алгоритма Флойда.
23. Для взвешенного неориентированного графа найти его поддерево, соединяющее все вершины и обладающее минимальным суммарным весом рёбер (минимальное остовное дерево). Для решения задачи использовать параллельную реализацию алгоритма Прима.
24. Найти разбиение множества вершин заданного неориентированного графа на непересекающиеся.
25. Реализовать параллельный алгоритм быстрой сортировки.
26. Реализовать параллельный алгоритм сортировки слиянием.

Примеры заданий для выполнения в группах и индивидуальные задания

1. Разработать параллельную программу, осуществляющий быстрое преобразование Фурье заданного сигнала, применение к ним различных фильтров. Необходимо предусмотреть возможность визуализации входного сигнала и получаемого спектра.
2. Разработать программу, осуществляющую параллельные алгоритмы формирования конечно-элементной сетки, матрицы жесткости и решения ленточных систем уравнений, возникающих в методе конечных элементов.
3. Разработать программу, осуществляющую поиск комплексных корней уравнения $f(z) = 0$ комплекснозначной функции $f(z)$ в некоторой заданной области.
4. Разработать программу численного решения начально-краевых задач волновой динамики функционально-градиентных материалов.
5. Разработать процедуры для параллельного заполнения матрицы системы, возникающей в методах граничных и слоистых элементов для решения волновых задач для нерегулярных волноводов.

По результатам работы необходимо подготовить итоговый отчет, включающий в себя описания постановки задачи, метода решения, а также и анализа численного анализа и выводы по результатам выполнения лабораторной работы

Вопросы для подготовки к зачету

1. Модули семейств кривых. Конформный модуль двусвязной области, приведенный модуль односвязной области относительно точки, приведенный модуль двуугольника.
2. Квадратичные дифференциалы. Общая структурная теорема.
3. Теорема Кузьминой.
4. Задача $P(a)$.
5. Задача $P(R,t)$.
6. Задача Чеботарева.
7. Конденсаторы. Емкость конденсатора.
8. Функции Грин. Внутренний радиус..
9. Симметризации Шварца, Штейнера, Поля, Маркуса.
10. Изменение емкости при симметризациях.
11. Принцип симметризации в круге.
12. Принцип симметризации в кольце.
13. Теоремы покрытия в классах S , $S(d)$.
14. Теорема покрытия в классе R .
15. Класс Бибербаха-Эйленберга в кольце.
16. Теорема покрытия в классе Бибербаха-Эйленберга в кольце.
17. Модель плоско-параллельного конденсатора. Емкость.
18. Гиперболическая задача Чеботарева.
19. Гиперболическая задача Чеботарева для трех проводников.
20. О минимуме емкости в семействе конденсаторов, внутренняя обкладка которых содержит два фиксированных проводника и один переменный.

Критерии выставления оценок.

Оценка «отлично»:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «хорошо»:

- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;

- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;
- использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;
- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «удовлетворительно»:

- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи;
- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий;
- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «неудовлетворительно»:

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных учебной программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

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.

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

5.1 Основная литература:

1. Нелинейный анализ и нелинейные дифференциальные уравнения / под редакцией В. А. Треногина, А. Ф. Филиппова. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2002. — 464 с. — ISBN 978-5-9221-0301-6. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59313>
2. Милнор, Д. Теория Морса / Д. Милнор; пер. с англ. В.И. Арнольд. – М.: б.и., 1963. – 181 с. – (Библиотека сборника "Математика"). – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=454811>
3. Альфорс, Л. Пространства римановых поверхностей и квазиконформные отображения / Л. Альфорс, Л. Берс; пер. с англ. В.А. Зорич, А.А. Кириллов; под ред. Б.В. Шабат, Н.И. Плужниковой. - М.: Издательство иностранной литературы, 1961. - 175 с.: ил. - (Библиотека сборника "Математика"). – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450358>

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

а. Дополнительная литература:

1. Треногин, Владилен Александрович. Задачи и упражнения по функциональному анализу [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / В. А. Треногин, Б. М. Писаревский, Т. С. Соболева. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 239 с. - Библиогр. : с. 233-234. (29 шт.)
2. Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. - 7-е изд. - Москва : Физматлит, 2012. - 573 с. - (Классический университетский учебник). - ISBN 978-5-9221-0266-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82563>

5.3. Периодические издания:

1. Журнал "Вычислительная механика сплошных сред"
<http://www2.icmm.ru/journal/>

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

1. <https://e.lanbook.com/> (Электронно-библиотечная система)
2. Российская система прочностного анализа на основе метода спектральных конечных элементов Fidesys <http://www.cae-fidesys.com/ru/about/info>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

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

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

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

Указания по оформлению работ:

Отчет по выполнению лабораторной работы и индивидуальных расчетно-графических заданий должен быть подготовлен в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 и содержать:

- титульный лист;
- введение;
- постановку задачи;
- краткое описание последовательного алгоритма;
- подробное описание параллельного алгоритма;
- текст разработанной программы на выбранном языке программирования;
- тестовые примеры и результаты тестирования программы: оценка ускорения и эффективности разработанного параллельного алгоритма, оптимальные размеры входных данных на которых достигается максимум ускорения при различном числе узлов вычислительной системы и др.;
- заключение
- список использованной литературы.

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

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

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

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

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

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

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

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

8.1 Перечень информационных технологий.

1. Мультимедиа и коммуникационные технологии.
2. Элементы дистанционных технологий.
3. Мировые информационные образовательные ресурсы.
4. Аудиовизуальные и интерактивные средства обучения.
5. Мобильное обучение.
6. Облачные технологии.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

- MS Office: MS Word, MS Excel, MS PowerPoint
- Matlab
- Fortran, C++, C#, Python

8.3 Перечень информационных справочных систем:

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

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью
2.	Лабораторные занятия	Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, доской маркером или мелом
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, доской маркером или мелом
4.	Текущий контроль,	Помещение для проведения текущей и промежу-

	промежуточная аттестация	точной аттестации, оснащенное учебной мебелью.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета