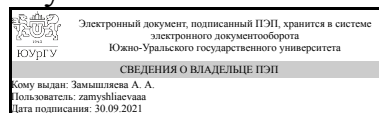


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук



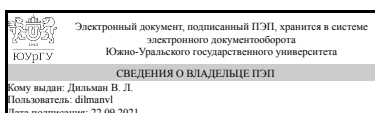
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.18 Теория функций комплексного переменного
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика
уровень бакалавр **тип программы** Академический бакалавриат
профиль подготовки Прикладные математика и физика
форма обучения очная
кафедра-разработчик Математический анализ и методика преподавания математики

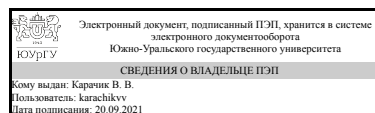
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 06.03.2015 № 158

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., доц.



В. Л. Дильман

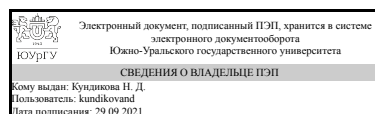
Разработчик программы,
д.физ.-мат.н., снс, профессор



В. В. Карачик

СОГЛАСОВАНО

Зав.выпускающей кафедрой
Оптоинформатика
д.физ.-мат.н., проф.



Н. Д. Кундикова

1. Цели и задачи дисциплины

Аналитические функции естественно возникают во многих задачах математики, механики и физики. По этой причине образование любого специалиста в области математики и ее приложений не может считаться полным без основательного изучения теории таких функций и их основных приложений. Цель изучения дисциплины «Теория функций комплексного переменного» состоит в обучении студентов основам теории аналитических функций, методам комплексного анализа и применению данной теории к задачам математического анализа, механики и физики. Задачами изучения дисциплины являются: 1. Распространение основных понятий действительного анализа (таких как производная, криволинейный интеграл, числовой и функциональный ряд) на комплексный случай. 2. Установление тех фактов действительного анализа, которые непосредственно переносятся в комплексную область и изучение свойств аналитических функций, имеющих комплексную природу. 3. Установление связи комплексного анализа с другими разделами математики, с механикой и физикой и применение теории функций комплексного переменного.

Краткое содержание дисциплины

Комплексные числа: комплексные числа, комплексная плоскость; модуль и аргумент комплексного числа, их свойства; числовые последовательности и их пределы, ряды; стереографическая проекция, ее свойства; сфера Римана, расширенная комплексная плоскость; множества на плоскости, области и кривые. Функции комплексного переменного и отображения множеств: функции комплексного переменного; предел функции; непрерывность, модуль непрерывности; дифференцируемость по комплексному переменному, условие Коши-Римана; аналитическая функция; геометрический смысл аргумента и модуля производной; понятие о конформном отображении. Элементарные функции: целая линейная и дробно-линейная функция, их свойства, общий вид дробно-линейного отображения круга на себя и верхней полуплоскости на круг; экспонента и логарифм, степень с произвольным показателем; понятие о римановой поверхности на примерах логарифмической и общей степенной функций; функция Жуковского; тригонометрические и гиперболические функции. Интеграл по комплексному переменному, его простейшие свойства, связь с криволинейными интегралами 1-го и 2-го рода; сведение к интегралу по действительному переменному; первообразная функция, формула Ньютона-Лейбница; переход к пределу под знаком интеграла; интегральная теорема Коши. Интеграл Коши: интегральная формула Коши; бесконечная дифференцируемость аналитических функций, формулы Коши для производных; теорема Морера. Последовательности и ряды аналитических функций в области: теорема Вейерштрасса; степенные ряды; теорема Абеля, формула Коши-Адамара; разложение аналитической функции в степенной ряд, единственность разложения; неравенство Коши для коэффициентов степенного ряда; действия со степенными рядами. Теорема единственности и принцип максимума модуля: нули аналитической функции, порядок нуля; теорема единственности для аналитических функций; принцип максимума модуля и лемма Шварца. Ряд Лорана: ряд Лорана, область его сходимости; разложение аналитической функции в ряд Лорана, единственность разложения, формулы и неравенства Коши для коэффициентов; теорема Лиувилля и теорема об устранимой особой точке. Изолированные особые точки однозначного

характера; классификация изолированных особых точек однозначного характера по поведению функции и ряду Лорана; полюс, порядок полюса; существенная особая точка, теорема Сохоцкого-Вейерштрасса, понятие о теореме Пикара; бесконечно удаленная точка как особая. Вычеты, принцип аргумента: определение вычета, теоремы Коши о вычетах, вычисления вычетов; применения вычетов; логарифмический вычет, принцип аргумента; теорема Руше и теорема Гурвица. Отображения посредством аналитических функций: принцип открытости и принцип области; теорема о локальном обращении; однолистные функции, критерий локальности однолистности и критерий конформности в точке, достаточное условие однолистности (обратный принцип соответствия границ); дробно-линейность однолистных конформных отображений круговых областей друг на друга; теорема Римана (без доказательства) и понятие о соответствии границ при конформном отображении. Аналитическое продолжение: аналитическое продолжение по цепи и по кривой; полная аналитическая функция в смысле Вейерштрасса, ее риманова поверхность и особые точки; теорема о монодромии; аналитическое продолжение через границу области, принцип симметрии. Целые и мероморфные функции: целые функции, их порядок и тип; произведение Вейерштрасса; мероморфные функции; функции, мероморфные в расширенной плоскости. Принцип симметрии при конформном отображении и его применение. Симметрия относительно действительной оси. Применение принципа симметрии: внешность креста на полуплоскость, внутренность параболы на полуплоскость. Симметрия относительно окружности. Отображение круга на круг, кольца на кольцо. Формула Кристоффеля-Шварца – отображение полуплоскости на многоугольник. Пример: отображение полуплоскости на четырехугольник. Постановка задачи Дирихле. Инвариантность уравнения Лапласа относительно конформного отображения. Задача Дирихле для круга. Интеграл Пуассона, разложение гармонических функций в ряды, связь с тригонометрическими рядами.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы) |
|---|--|
| ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию | Знать: основные теоремы курса: Теорема о необходимом и достаточном условии дифференцируемости функции комплексного переменного в точке. Теорема о вычислении интеграла от функции комплексного переменного. Теорема Коши. Интегральная формула Коши. Теоремы о разложении регулярной функции в ряды Тейлора и Лорана. Теорема Морера. Теорема Лиувилля. Теорема единственности для регулярных функций. Теоремы о классификации изолированных особых точек по виду ряда Лорана. Теорема Сохоцкого-Вейерштрасса. Формулировка теоремы Пикара. Теорема о вычислении интеграла с помощью вычетов. Лемма Жордана и теорема о вычислении несобственных интегралов с помощью вычетов. Принцип аргумента и теорема Руше. Теорема о |

| | |
|--|--|
| | <p>разложении мероморфной функции на элементарные дроби. Принцип сохранения области при конформном отображении. Формулировка принципа соответствия границ. Формулировка теоремы Римана. Критерий локальной однолиственности. Достаточное условие однолиственности функции в области. Принцип максимума модуля. Принцип симметрии Римана-Шварца. Интегральная формула Пуассона для круга и полуплоскости.</p> |
| | <p>Уметь:решать следующие стандартные задачи: Операции над комплексными числами. Построение линий и областей на комплексной плоскости. Определение и свойства основных элементарных (однозначных и многозначных) функций в комплексной области. Проверка регулярности функций. Восстановление регулярной функции по ее действительной или мнимой части. Интегрирование функций комплексной переменной. Интегрирование регулярных функций по формуле Ньютона-Лейбница. Разложение регулярных функций в ряды Тейлора и Лорана. Нахождение особых точек регулярных и аналитических функций и определение их характера. Вычисление вычетов функций. Вычисление интегралов с помощью вычетов. Применение вычетов к вычислению определенных и несобственных интегралов. Применение теоремы Руше к отделению нулей. Построение конформных отображений областей.</p> |
| | <p>Владеть:основными понятиями курса: комплексные числа действия над комплексными числами области и линии в комплексной плоскости основные элементарные функции комплексного переменного последовательности и ряды комплексных чисел и функций производная и интеграл от комплексных функций регулярные и гармонические функции ряды Тейлора и Лорана изолированные особые точки регулярных и аналитических функций классификация особых точек вычеты в конечной и бесконечной точке сведение действительных интегралов к комплексным однолиственность функции конформные отображения дробно-линейная функция конформные отображения элементарными функциями гармонические функции</p> |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|--|---|
| Б.1.17 Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Б.1.15 Математический анализ | В.1.05 Теория поля, ДВ.1.03.01 Теория групп, В.1.10 Дополнительные главы высшей |

| | |
|--|--|
| | математики, В.1.15 Функциональный анализ, Б.1.21 Уравнения математической физики |
|--|--|

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина | Требования |
|---|---|
| Б.1.15 Математический анализ | Знание функциональных и числовых рядов, криволинейных интегралов, дифференциального исчисления функций 2-х переменных |
| Б.1.17 Линейная алгебра и аналитическая геометрия | Знание основ линейной алгебры, уравнений прямой и кривых второго порядка |

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 3 | |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 144 | 144 | |
| <i>Аудиторные занятия:</i> | 80 | 80 | |
| Лекции (Л) | 32 | 32 | |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 48 | 48 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 | |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 64 | 64 | |
| Задания для самостоятельной работы | 24 | 24 | |
| Домашние задания | 24 | 24 | |
| Подготовка к экзамену | 16 | 16 | |
| Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | экзамен | |

5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|-----------|----------------------------------|---|----|----|----|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Регулярные функции | 39 | 15 | 24 | 0 |
| 2 | Мнозначные аналитической функции | 13 | 5 | 8 | 0 |
| 3 | Теория вычетов и ее применение | 12 | 4 | 8 | 0 |
| 4 | Конформные отображения | 16 | 8 | 8 | 0 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| | | | |

| | | | |
|----|---|--|---|
| 1 | 1 | Действия над комплексными числами. Области и линии на комплексной плоскости. Стереографическая проекция. Последовательности и ряды. | 2 |
| 2 | 1 | Функции комплексной переменной. Предел и непрерывность. Основные однозначные функции комплексного переменного. Интегрирование функций комплексной переменной. | 2 |
| 3 | 1 | Дифференцирование функций. Условия Коши-Римана. Условия Коши-Римана в полярной системе координат. | 2 |
| 4 | 1 | Интегральная теорема Коши. Формула Ньютона-Лейбница. Регулярные функции. Степенные ряды. Ряды Тейлора. | 2 |
| 5 | 1 | Гармонические функции и их свойства. Сопряженные гармонические функции. Теоремы о среднем. | 2 |
| 6 | 1 | Достаточные условия регулярности. Теорема Мореры. Теорема единственности регулярной функций и ее применение. Продолжение некоторых тождеств из действительного случая в комплексный. | 2 |
| 7 | 1 | Особые точки однозначного характера: устранимая особая, полюс, существенно особая точка. Разложение регулярной функции в ряд Лорана. Основные приемы разложений. | 2 |
| 8 | 1 | Исследование особых точек с помощью рядов Лорана. Ряд Лорана в окрестности бесконечности. Теоремы Сохотского, Пикара и Лиувилля. | 1 |
| 9 | 2 | Многозначные аналитические функции. Продолжение вдоль кривой. Логарифмическая функция и ее свойства. | 2 |
| 10 | 2 | Степенная функция. Арифметические операции над аналитическими функциями. Аналитические и регулярные ветви полных аналитических функций. | 2 |
| 11 | 2 | Особые точки аналитических функций. Точки ветвления. Граничные особые точки регулярных функций. | 1 |
| 12 | 3 | Вычет регулярной в кольце функции. Вычет в бесконечно удаленной точке. Полная сумма вычетов. Применение вычетов к вычислению контурных интегралов. | 2 |
| 13 | 3 | Принцип аргумента и теорема Руше. Мероморфные функции. | 2 |
| 14 | 4 | Геометрический смысл производной. Теоремы об обратных функциях. Однолистные функции. | 2 |
| 15 | 4 | Общие свойства конформных отображений. Дробно-линейные отображения. Конформность, групповое и круговое свойства, симметрия. | 3 |
| 16 | 4 | Конформные отображения элементарными функциями z^2 , \sqrt{z} , z^a , e^z , $\ln z$, функция Жуковского $w=(z+1/z)/2$. Принцип симметрии. Отображения многоугольников, теорема Кристоффеля-Шварца. Задача Дирихле. | 3 |

5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Действия над комплексными числами. Области и линии на комплексной плоскости. Стереографическая проекция и сферическая метрика. Последовательности и ряды. | 2 |
| 2 | 1 | Кривые и области. Функции комплексной переменной. Непрерывность. Основные однозначные функции комплексного переменного: тригонометрические и гиперболические функции. | 3 |
| 3 | 1 | Интегрирование и свойства интегралов. Дифференцирование функций. Условия Коши-Римана. | 3 |
| 4 | 1 | Интегральная теорема Коши, первообразная, формула Ньютона-Лейбница. Регулярные функции. Степенные ряды. Ряды Тейлора. | 3 |

| | | | |
|----|---|--|---|
| 5 | 1 | Интегральная формула Коши. Свойства регулярных функций. Гармонические функции и их свойства. | 3 |
| 6 | 1 | Достаточные условия регулярности. Теорема единственности. Продолжение некоторых тождеств из действительного случая в комплексный. | 2 |
| 7 | 1 | Особые точки однозначного характера: устранимая особая, полюс, существенно особая. Разложение регулярной функции в ряд Лорана. | 4 |
| 8 | 1 | Разложение регулярных функций в ряды Тейлора и Лорана. | 4 |
| 9 | 2 | Аналитические функции. Логарифмическая и степенная функции. | 3 |
| 10 | 2 | Приращение аргумента вдоль кривой. Выделение регулярных ветвей. Производная регулярной ветви. Ряды Лорана регулярных ветвей. | 3 |
| 11 | 2 | Особые точки аналитических функций. | 2 |
| 12 | 3 | Вычет регулярной в кольце функции. Вычет в бесконечно удаленной точке. Применение вычетов к вычислению контурных интегралов. | 4 |
| 13 | 3 | Принцип аргумента и теорема Руше. Разложение мероморфной функции на элементарные дроби. | 4 |
| 14 | 4 | Аргумент и модуль производной. Отображения: линейные растяжения, углы между кривыми, коэффициент растяжения. Свойства конформных отображений. | 3 |
| 15 | 4 | Принцип соответствия границ. Дробно-линейная функция и ее свойства. Конформные отображения с помощью дробно-линейных функций, элементарных функций, функции Жуковского | 2 |
| 16 | 4 | Принцип симметрии: внешность креста на полуплоскость, внутренность параболы на полуплоскость. Формула Кристоффеля-Шварца (полуплоскость на треугольник). Задача Дирихле. | 3 |

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС | | |
|------------------------------------|---|--------------|
| Вид работы и содержание задания | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) | Кол-во часов |
| Задания для самостоятельной работы | Сб. зад. по ТФКП, осн. лит.[2], с. 5-361 и мет. пос.[1], с. 3-43. | 24 |
| Подготовка к экзамену | ТФКП, осн. лит. [1], с. 7-394; Доп. лит. [4], с. 7-471 | 16 |
| Домашние задания | Сб. зад. по ТФКП, осн. лит.[2], Главы 1-6, с. 5-361; мет. пос.[1], с. 3-43; Доп. лит. [1], с.51-95. | 24 |

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

| Инновационные формы учебных занятий | Вид работы (Л, ПЗ, ЛР) | Краткое описание | Кол-во ауд. часов |
|-------------------------------------|---------------------------------|---|-------------------|
| Коллоквиум | Практические занятия и семинары | Обсуждение теоретических утверждений и практических задач | 2 |

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

| Наименование разделов дисциплины | Контролируемая компетенция ЗУНы | Вид контроля (включая текущий) | №№ заданий |
|----------------------------------|---|--|---|
| Все разделы | ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию | Проверка заданий для самостоятельной работы. | 13 задач из сборника заданий для самостоятельной работы [2]; Каждая задача 1,54б. |
| Все разделы | ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию | Экзамен | 4 задания из экзаменационных вопросов: 2 теоретических вопроса и 2 практические задачи; каждый вопрос оценивается из 10б. |
| Все разделы | ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию | Проверка контрольных работ | 1-я контрольная 8 заданий; 2-я контрольная 5; каждый вопрос оценивается из 2б. |
| Все разделы | ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию | Проверка домашних заданий и активности. | От 2 до 3 заданий из задачника [2]; |

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

| Вид контроля | Процедуры проведения и оценивания | Критерии оценивания |
|--|---|--|
| Проверка заданий для самостоятельной работы. | При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Задания сдаются в отдельных тетрадях для проверки. Выполненные задания проверяются преподавателем и возвращаются студенту с замечаниями. Студент должен переделать задания с замечаниями, устранить сделанные замечания и опять сдать тетрадь для проверки. За правильно выполненное задание 1,54б. Максимальный балл за мероприятие 20б. Вес мероприятия 1. | Зачтено: Рейтинг за мероприятие не меньше 60%. Не зачтено: Рейтинг за мероприятие меньше 60%. |
| Проверка контрольных работ | При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Проверяются задания контрольной работы, выполненной на отдельном листе. После истечения времени на выполнения работы, выполненные задания проверяются, затем студент знакомится с | Зачтено: Рейтинг за мероприятие не меньше 60%. Не зачтено: Рейтинг за мероприятие меньше 60%. |

| | | |
|---|--|---|
| | результатом проверки. За правильно выполненное задание дается 2б. Максимальный балл за 1-ю контрольную работу 16б, за 2-ю контрольную работу 10б. Вес мероприятия 1. | |
| Экзамен | При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). В начале экзамена студент получает экзаменационный билет. Затем ему выделяется время на ответы и он начинает письменно отвечать на вопросы. После истечения времени экзамена письменные ответы на вопросы билета сдаются для проверки. Билет содержит 4 вопроса: 2 теоретических и 2 практических. Каждый вопрос оценивается из 10б. Максимальный балл мероприятия 40б. Максимальный балл за предмет 100б. Баллы за предмет складываются из суммарного текущего балла и балла за экзамен. Сдавать экзамен обязательно. | Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85%-100% Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75%-84% Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60%-74% Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0%-59% |
| Проверка домашних заданий и активности. | Домашние задания. В начале практического занятия проверяются задания, выданные на предыдущем практическом занятии. Один из студентов представляет свое решение у доски, остальные проверяют это решение. Максимальный балл домашних заданий 7б. Активность. В течении практического занятия студенты выходят к доске для решения задач. Максимальный балл активности 7б. Вес мероприятий 1. | Зачтено: Активность и домашние задания зачтены, если рейтинг за мероприятие не меньше 60%. Не зачтено: Активность и домашние задания не зачтены, если рейтинг за мероприятие меньше 60%. |

7.3. Типовые контрольные задания

| Вид контроля | Типовые контрольные задания |
|--|--|
| Проверка заданий для самостоятельной работы. | Действия с комплексными числами Последовательности и ряды Дифференцируемость функции комплексной переменной Интегральная формула Коши Ряд Лорана Изолированные особые точки Вычеты Семестровая работа.pdf |
| Проверка контрольных работ | кр2.pdf; кр1.pdf |
| Экзамен | Билеты_ТФКП_2020.pdf |
| Проверка домашних заданий и активности. | Задачи выдаются из задачника [2] |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Карачик, В. В. Теория функций комплексного переменного [Текст] учеб. пособие по направлению 03.03.01 "Приклад. математика и физика" и др. В. В. Карачик, Л. Д. Менихес ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Мат. и функцион. анализ ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 410, [1] с. ил. электрон. версия

2. Волковыский, Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного Для вузов Л. И. Волковыский, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1970. - 319 с. черт.

3. Зверович, Э. И. Вещественный и комплексный анализ [Текст] Кн. 4 Ч. 6 Теория аналитических функций комплексного переменного учеб. пособие для мат. специальностей вузов : в 6 ч. Э. И. Зверович. - Минск: Вышэйшая школа, 2008. - 319 с.

б) дополнительная литература:

1. Могильницкий, В. А. Высшая математика. Типовые расчеты Ч. 3 Обыкновенные дифференциальные уравнения, ряды, теория функций комплексного переменного, операционное исчисление Учеб. пособие ЮУрГУ, Каф. Алгебра и геометрия; В. А. Могильницкий, Р. П. Петрова, Н. В. Ширококов; Под ред. А. А. Патрушева. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1998. - 98 с.

2. Пантелеев, А. В. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах Учеб. пособие для втузов. - М.: Высшая школа, 2001. - 445 с. ил.

3. Привалов, И. И. Введение в теорию функций комплексного переменного учеб. для вузов И. И. Привалов. - 15-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2009. - 432 с. ил.

4. Сидоров, Ю. В. Лекции по теории функций комплексного переменного Учеб. для инж.-физ. и физ.-техн. спец. вузов. - 3-е изд., испр. - М.: Наука, 1989. - 477 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Математические заметки

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Кудрявцев К.Н., Самаров А.Б. Функции комплексного переменного. -Челябинск: Из-во ЮУрГУ, 2008. -45с.

2. Сборник заданий для самостоятельной работы

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

3. Кудрявцев К.Н., Самаров А.Б. Функции комплексного переменного. -Челябинск: Из-во ЮУрГУ, 2008. -45с.

4. Сборник заданий для самостоятельной работы

Электронная учебно-методическая документация

Нет

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| | | |
|-------------|-------------|--|
| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
| Лекции | 607 (16) | Доска, мел и тряпка |