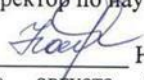


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет физико-математического и технологического образования
Кафедра высшей математики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе


Н.А. Ильина
«30» августа 2016 г.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ И АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРОДОЛЖЕНИЕ

Программа учебной дисциплины вариативной части
для направления подготовки 01.06.01 Математика и механика
Направленность (профиль): Вещественный, комплексный и функциональный анализ
(очная и заочная форма обучения)

Составители:
Макеева О.В., кандидат физико-
математических наук,
Фолиадова Е.В., кандидат физико-
математических наук

Рассмотрено и утверждено на заседании ученого совета факультета физико-
математического и технологического образования
(протокол от « 22 » июня 2016 г. № 9).

Ульяновск, 2016

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая программа дисциплины «Аналитические функции и аналитическое продолжение» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утверждённого приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 866 (зарегистрирован в Минюсте России 25.08.2014 № 33837), и с учебным планом.

Цель дисциплины «Аналитические функции и аналитическое продолжение» - ознакомление будущих научных работников и преподавателей математики с дополнительными (не входящими в программы педагогических университетов) разделами теории функций комплексной переменной, необходимыми при изучении различных разделов анализа и получении новых научных результатов в этой области.

Задачи дисциплины:

- 1) сформировать у аспирантов систему базовых понятий общей теории комплексных многообразий и их голоморфных отображений; углубить знание важнейших результатов теории функций комплексной переменной в сопоставлении их с соответствующими теоремами для функций действительной переменной; познакомить аспирантов с типичными для комплексного анализа принципами получения результатов и с возможностями их обобщения;
- 2) формировать умение проводить рассуждения, связанные с построением и исследованием римановых поверхностей многозначных функций комплексной переменной, с исследованием ветвей многозначных функций, с интегрированием по комплексным многообразиям, с интегральным определением многозначных функций, с оценками скорости роста функций, предельных значений функций на границе области и др.; совершенствовать умение применять аппарат комплексного анализа при решении задач различной природы;
- 3) развивать навыки использования геометрического языка в описании аналитических объектов, умение переводить утверждения с одного математического языка на другой;
- 4) подготовить аспирантов к восприятию результатов современных научных исследований в области комплексного и функционального анализа (монографий, статей в профильных научных журналах), к проведению собственных исследований и представлению их результатов.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аналитические функции и аналитическое продолжение» относится к вариативной части блока дисциплин (Б1.В.10) и изучается в четвертом семестре при очной форме обучения, в пятом семестре при заочной форме обучения. Изучение дисциплины предполагает уверенное владение аспирантом основами теории функций действительной переменной, функционального анализа, топологии в объеме стандартных курсов математических специальностей классических университетов. Знания и умения, полученные при изучении курса «Аналитические функции и аналитическое продолжение», необходимы при изучении дисциплины «Теория операторов в гильбертовых и банаховых пространствах», Учебный материал дисциплины входит в программу кандидатского экзамена по специальности 01.01.01 – Вещественный, комплексный и функциональный анализ.

Знания и умения, полученные при изучении дисциплины «Аналитические функции и аналитическое продолжение», используются также при изучении оригинальной научной литературы по теме диссертации и проведении самостоятельных исследований.

Уверенное владение учебным материалом дисциплины важно для успешного прохождения аспирантом педагогической практики.

Требования к уровню усвоения содержания дисциплины.

Изучение дисциплины «Аналитические функции и аналитическое продолжение» направлено на формирование следующих компетенций:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2);
- готовность применять и самостоятельно пополнять знания о различных математических структурах, о типичных задачах математического анализа и методах их решения, о способах построения математических теорий и их развитии на протяжении истории математики (ПК-1).

В результате изучения курса аспирант должен:

знать

- базовые результаты комплексного анализа вместе с их доказательствами;
- важнейшие результаты теории аналитических функций и аналитического продолжения, основные принципы их получения, включая такие разделы, как теория конформных отображений комплексных областей, интегрирование функций одной комплексной переменной, ряды аналитических функций, классы аналитических функций (целые, рациональные, мероморфные, алгебраические), абстрактное понятие римановой поверхности и конструкцию аналитического продолжения функций, понятие ростка голоморфной функции, конструкции пространств функций, аналитических в круге или в полуплоскости;
- связи основных результатов теории функций комплексной переменной с соответствующими результатами классического математического анализа, теории функций действительной переменной;
- историю идей комплексного анализа; современные подходы к изложению базовых результатов комплексного анализа с использованием идей функционального анализа, абстрактной алгебры и топологии;
- границы применимости классических результатов и методов и возможности их модификации в более общих ситуациях;
- принципы применения комплексного анализа к различным вопросам функционального анализа (спектральная теория операторов, пространства аналитических функций и др.), к теории дифференциальных уравнений (обыкновенных и с частными производными), к проблемам других разделов математики и её приложений;

уметь

- решать типовые задачи комплексного анализа: находить особые точки аналитических функций, включая точки ветвления, исследовать их тип, вычислять интегралы по кривым в комплексной плоскости, в т.ч. с обходом особых точек; исследовать целые функции, определяя их порядок и тип; исследовать предельные значения функции на границе области; восстанавливать значения функции внутри области по ее значениям на границе области, строить конформные отображения заданных областей и др.;
- самостоятельно осваивать методы решения типичных задач теории аналитических функций;
- выделять генезис, логику развития основных идей комплексного анализа, их роль в

- построении теории аналитических функций и других разделов математики;
- формулировать серии задач с целью обоснования и применения основных результатов комплексного анализа;
- формулировать задачи исследовательского характера в области теории аналитических функций и римановых поверхностей;
- объяснять некоторые результаты вещественного анализа на основе теории аналитических функций;

владеть

- языком и символикой комплексного анализа, связанной с ним терминологией общей топологии, абстрактной алгебры, функционального анализа;
- приемами построения логических схем учебного материал различных разделов анализа;
- навыками чтения и понимания аутентичной математической литературы по тематике, связанной с комплексным анализом и его приложениями;
- средствами пакетов компьютерной математики для визуализации комплексных многообразий и решения других задач представления данных.

Аспирант имеет возможность:

- освоить фрагменты теории комплексных многообразий, теории аналитических функций на многообразиях, их применение к широкому кругу задач вещественного анализа, теории дифференциальных уравнений, функционального анализа, в том числе к нерешенным проблемам;
- познакомиться с основами теории функций нескольких комплексных переменных.

Структура и содержание дисциплины «Теория меры и интеграла»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетную единицу (36 часов): 2 часа – лекции, 10 часов практическая работа, 24 часа самостоятельной работы. Форма отчетности – зачет.

№ п/п	Раздел дисциплины		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов, и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям) Формы промежуточной аттестации (по итогам освоения дисциплины)
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Тема 1. Аналитические функции и ряды аналитических функций. Особые точки аналитических функций однозначного характера	3/3		2	6	Логическая схема учебного материала (ментальная карта темы)
2.	Тема 2. Целые функции. Мероморфные функции.			4	6	
3.	Тема 3. Конформные отображения. Принцип сохранения области и принцип соответствия границ.				2	6

4.	Тема 4. Аналитическое продолжение. Полная аналитическая функция. Римановы поверхности. Точки ветвления аналитических функций	3/3	2	2	6	Презентация по теме
	Всего		2	10	24	Зачет

Содержание дисциплины

Аналитические функции и ряды аналитических функций. Особые точки аналитических функций однозначного характера

Функции комплексной переменной, голоморфные в области комплексной плоскости, \mathbb{C} -гомоморфизмы областей и комплексные дифференциальные формы. (*) Обобщение на случай функции нескольких комплексных переменных. Аналитичность функции комплексной переменной, голоморфной в области. Единственность продолжения функции одной (*) и нескольких комплексных переменных с открытого множества. Неравенства Коши для коэффициентов ряда Тейлора аналитической функции. Равномерно сходящиеся ряды аналитических функций; теорема Вейерштрасса. Нули аналитических функций. Теорема единственности. Представление аналитических функций рядами Лорана. Приближение аналитических функций многочленами.

Изолированные особые точки аналитической функции (однозначного характера). Лорановское разложение в окрестности изолированной особой точки. Классификация особых точек, теорема Сохоцкого. Формулировка теоремы Пикара о значениях аналитической функции в окрестности существенно особой точки.

Вычет аналитической функции в особой точке, в бесконечной точке. Теорема Коши о вычетах, теорема о полной сумме вычетов. Вычисление интегралов в комплексной области и на действительной прямой с помощью вычетов. Принцип аргумента. Теорема Руше. Теорема Лиувилля и доказательство алгебраической замкнутости поля комплексных чисел.

Целые функции. Мероморфные функции

Рост целой функции. Порядок и тип. Теорема Вейерштрасса о целых функциях с заданными нулями; разложение целой функции в бесконечное произведение. Случай целых функций конечного порядка, теорема Адамара. Малая теорема Пикара.

Теорема Миттаг—Леффлера о мероморфных функциях с заданными полюсами и главными частями.

Конформные отображения

Конформные отображения первого и второго рода. Конформные отображения, осуществляемые основными элементарными функциями. Дробно-линейные преобразования верхней полуплоскости, единичного круга, отображения единичного круга в верхнюю полуплоскость.

Принцип сохранения области при конформном отображении. Принцип максимума модуля и лемма Шварца. Пространства функций, аналитических в круге, в полуплоскости (группы автоморфизмов круга, полуплоскости); группа автоморфизмов комплексной плоскости. Критерии однолиственности функции комплексной переменной. Теорема Римана. Принцип соответствия границ при конформных отображениях.

Аналитическое продолжение

Аналитическое продолжение. Росток голоморфной функции в точке. Продолжение вдоль кривой. полная аналитическая функция (в смысле Вейерштрасса). Понятие римановой поверхности аналитической функции. Понятие римановой поверхности как одномерного комплексного многообразия; род компактной римановой поверхности. Эллиптические кривые как римановы поверхности рода 1. Теорема о монодромии. Изолированные особые точки аналитических функций, точки ветвления бесконечного порядка. Принцип симметрии. Формула Кристоффеля—Шварца. Модулярная функция. Нормальные семейства функций, критерий нормальности. Теорема Пикара.

Образовательные технологии

Успешное освоение материала курса «Аналитические функции и аналитическое продолжение» предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателей. Основой методики преподавания дисциплины должен быть мыследеятельностный подход в математическом образовании. При реализации курса используются элементы следующих образовательных технологий:

- продуктивное обучение (образовательный процесс направлен на самостоятельное реконструирование системы знаний по дисциплине);
- контекстное обучение (образовательный процесс погружён в контекст будущей преподавательской и/или исследовательской деятельности аспиранта);
- технология развития критического мышления (образовательный процесс опирается на рефлексивную работу с математическими текстами);
- технологии взаимообучения, кооперативного обучения (в различных организационных формах, в зависимости от численности группы), при возможности – с использованием принципов социально-психологического обучения.

Реализация указанных технологий предполагает использование исследовательских и проектных методов обучения, различных приёмов визуализации математического содержания, диалогических форм взаимодействия преподавателя и аспирантов. В процессе обучения широко применяются информационно-коммуникационные технологии, как для ресурсного поиска и обмена информацией, так и для презентации интеллектуальных и педагогических продуктов.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями основной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по профилю «Вещественный, комплексный и функциональный анализ». Самостоятельная работа при освоении дисциплины «Аналитические функции и аналитическое продолжение» способствует:

- 1) формированию системных знаний в области вещественного анализа в его взаимосвязи с другими разделами математики;
- 2) освоению приёмов доказательных рассуждений, специфичных для математического анализа в целом и вещественного анализа в частности;
- 3) формированию исследовательской позиции применительно к изучению и преподаванию современной математики;
- 4) развитию исследовательских навыков и креативных способностей в области математики.

К самостоятельной работе относятся:

- самостоятельная работа на аудиторных занятиях (лекциях, практических занятиях);
- внеаудиторная самостоятельная работа.

В процессе обучения предусмотрены следующие виды самостоятельной работы обучающегося:

- работа с конспектами лекций; постановка вопросов по теме лекции;
- проработка математического содержания темы по конспекту лекций, учебникам и пособиям на основании вопросов, подготовленных преподавателем либо самим аспирантом;
- проработка дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал, но обязательных согласно учебной программе дисциплины;
- изучение, анализ, реферирование обязательной и дополнительной литературы, сопоставление различных подходов к построению математических теорий;
- написание рефератов по отдельным разделам дисциплины; подготовка научных докладов и творческих работ;
- решение сформулированных преподавателем и/или самостоятельно поставленных задач по основным разделам курса; разработка систем заданий по курсу; работа над проектами;
- подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.

В целях фиксации результатов самостоятельной работы аспирантов по дисциплине проводится аттестация самостоятельной работы. Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется преподавателем в течение всего семестра. При освоении дисциплины могут быть использованы следующие формы контроля самостоятельной работы:

- 1) реферат,
- 2) коллоквиум,
- 3) тестовый контроль,
- 4) другие по выбору преподавателя.

Научный руководитель организует самостоятельную работу аспиранта в соответствии с рабочим учебным планом и графиком, рекомендованным преподавателем. Аспирант должен выполнить объем самостоятельной работы, предусмотренный рабочим учебным планом, максимально используя возможности индивидуального творческого и научного потенциала для освоения образовательной программы в целом.

Самостоятельная работа аспирантов может носить репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер. Самостоятельная работа, носящая репродуктивный характер, предполагает, что в процессе работы аспиранты пользуются методическими материалами и методическими пособиями, в которых указывается, в какой последовательности следует изучать материал дисциплины, обращается внимание на особенности изучения отдельных тем и разделов. Самостоятельная работа, носящая частично-поисковый и поисковый характер, нацеливает аспирантов на самостоятельный выбор способов выполнения работы, на поиск инновационных методов решения поставленных задач, способствует развитию навыков творческого мышления.

Для успешного освоения методов комплексного анализа аспиранту необходимо тщательно разбирать доказательства всех основных результатов, входящих в программу кандидатского экзамена. Рекомендуется сопоставлять варианты изложения материала в

различных учебных пособиях, выделяя при этом ключевые моменты рассуждений и фиксируя их в виде конспекта или ментальной карты.

Необходимым компонентом изучения дисциплины является освоение методов комплексного анализа, таких как оценка роста целых функций, построение мероморфной функции по её полюсам и главным частям лорановских разложений, задание преобразования или класса преобразований одной области комплексной плоскости в другую, интегральное определение многозначных функций и их ветвей и др.

Следует обратить специальное внимание на параллели и различия между фундаментальными теоремами вещественного и комплексного анализа. Рекомендуется освоить приложения комплексного анализа к решению (вещественных) задач вычисления интегралов, факторизации многочленов, к решению задач теории чисел, элементарной геометрии, роль комплексного анализа в построении моделей неевклидовых геометрий, связи комплексного анализа с проективной геометрией и теорией многообразий.

Желательно, кроме классических учебных пособий, знакомиться с примерами современных научных статей, в которых ставятся и решаются задачи комплексного анализа. Специального внимания заслуживают постановки задач (на языке комплексного анализа либо допускающие переформулировку на таком языке), которые могут быть предложены для исследовательской деятельности студентам либо даже школьникам.

Для анализа организации своей самостоятельной работы аспиранту рекомендуется в письменной форме ответить на предлагаемые вопросы и затем критически проанализировать, насколько эффективно он работает самостоятельно.

Во время самостоятельной работы обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам, а также доступом к сети Интернет.

Фонд оценочных средств

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,
для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

№ п/п	КОНТРОЛИРУЕМЫЕ МОДУЛИ, РАЗДЕЛЫ (ТЕМЫ) ДИСЦИПЛИНЫ	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА	КОД ФОРМИРУЕМОЙ КОМПЕТЕНЦИИ <i>общепрофессиональные компетенции (ОПК):</i>		КОД ФОРМИРУЕМОЙ КОМПЕТЕНЦИИ <i>профессиональные компетенции (ПК):</i>
			ОПК-1	ОПК-2	ПК- 1
1	Тема 1. Аналитические функции и ряды аналитических функций	ОС-1.1 Ментальная карта			
2	Тема 2. Целые функции. Мероморфные функции	ОС-1.2 Ментальная карта			
3	Тема 3. Конформные отображения.	ОС-2.1 Презентация			
4	Тема 4. Аналитическое продолжение.	ОС-2.2 Презентация			
		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА	ОС 1-2	ОС 1-2	ОС 1-2

Оценочное средство 1:

Логическая схема учебного материала (ментальная карта темы)

Задание: Разработать представление содержания материала тем «Аналитические функции и ряды аналитических функций. Особые точки однозначного характера», «Целые функции. Мероморфные функции» в виде ментальной карты с помощью одного из сервисов создания ментальных карт. Отобразить в схеме внутренние связи учебного материала, а также его связи с иными разделами вещественного и комплексного анализа. К отдельным точкам карты прикрепить текстовые документы, содержащие доказательства важнейших результатов, при необходимости – примеры решения типовых задач. Ментальная карта представляется в электронном виде и хранится в портфолио аспиранта.

Оценочное средство 2.1:

Презентация по теме «Конформные отображения»

Задание: Разработать презентацию с помощью выбранных программных средств, отразив в ней основное содержание темы. Презентация должна содержать как описание общих свойств конформных отображений (принцип сохранения области, принцип соответствия границ и др.), так и основные этапы их доказательств, а также примеры построения отображений заданных областей с иллюстрациями. Презентация представляется в электронном виде и хранится в портфолио аспиранта.

Оценочное средство 2.2:

Презентация по теме «Аналитическое продолжение. Римановы поверхности»

Задание: Разработать презентацию с помощью выбранных программных средств, отразив в ней основное содержание темы. Презентация должна содержать как определение аналитического продолжения вдоль кривой, вдоль цепи, полной аналитической функции, римановой поверхности аналитической функции в общем случае, так и примеры римановых поверхностей конкретных функций, а также формулировки и идеи доказательств основных результатов теории аналитического продолжения. Изображения римановых поверхностей должны быть построены с использованием компьютерных сред. Презентация представляется в электронном виде и хранится в портфолио аспиранта.

Итоговый контроль проводится в виде зачета.

Примерные вопросы к зачету

1. Равномерно сходящиеся ряды аналитических функций; теорема Вейерштрасса.
2. Представление аналитических функций степенными рядами, неравенства Коши.
3. Нули аналитических функций. Теорема единственности.
4. Изолированные особые точки (однозначного характера). Теорема Коши о вычетах. Вычисление интегралов с помощью вычетов.
5. Принцип аргумента. Теорема Руше.
6. Приближение аналитических функций многочленами.
7. Целые функции. Порядок и тип целой функции.
8. Теорема Вейерштрасса о целых функциях с заданными нулями; разложение целой функции в бесконечное произведение.
9. Целые функций конечного порядка, теорема Адамара.
10. Мероморфные функции, теорема Миттаг—Леффлера о мероморфных функциях с заданными полюсами и главными частями.
11. Конформные отображения первого и второго рода. Голоморфные функции как конформные отображения областей. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Конформные отображения и диффеоморфизмы.

12. Принцип сохранения области при конформном отображении. Теорема об открытом отображении. Голоморфность функции, обратной к голоморфной инъективной функции.
13. Принцип максимума модуля и лемма Шварца.
14. Дробно-линейные преобразования верхней полуплоскости, единичного круга, отображения единичного круга в верхнюю полуплоскость. Пространства функций, аналитических в круге, в полуплоскости (группы автоморфизмов круга, полуплоскости); группа автоморфизмов комплексной плоскости.
15. Критерии однолиственности функции комплексной переменной. Теорема Римана. Принцип соответствия границ при конформных отображениях.
16. Понятие аналитического продолжения вдоль кривой. Росток голоморфной функции в точке. Аналитическое продолжение. Полная аналитическая функция в смысле Вейерштрасса.
17. Понятие римановой поверхности аналитической функции. Примеры.
18. Понятие римановой поверхности как одномерного комплексного многообразия; род компактной римановой поверхности. Мероморфные функции как голоморфные отображения комплексной плоскости на сферу Римана. Эллиптические кривые как римановы поверхности рода 1. Теорема Римана о существовании алгебраической функции, порождающей данную риманову поверхность (без доказательства).
19. Теорема о монодромии.
20. Точки ветвления аналитических функций, порядок (индекс) точки ветвления, точки ветвления бесконечного порядка. Степень отображения.
21. Принцип симметрии. Формула Кристоффеля—Шварца.
22. Модулярная группа. Модулярная функция.
23. Нормальные семейства голоморфных функций в области, в точке. Критерий нормальности семейства голоморфных функций (теорема Монтеля). Теорема Пикара.

Критерии формирования зачетной оценки

Цель зачета по дисциплине «Аналитические функции и аналитическое продолжение» - проверить усвоение основной проблематики курса, свободное владение терминологией комплексного анализа, знание основных изученных в курсе определений и теорем, понимание идей основанных на них алгоритмов, умение проводить доказательные рассуждения, анализировать и критически оценивать фрагменты математических текстов.

Зачет принимает преподаватель, ведущий лекционные занятия по данной дисциплине. Зачет проводится очно, в устной форме, по билетам, в учебной аудитории. Билет включает теоретический вопрос из программы зачета, задачу (на вычисление интеграла, на нахождение характеристик роста функции, на вычисление значений функции в области по её значениям на границе области, на построение конформного отображения одной заданной области на другую и др.), задание на проверку истинности утверждений, на иллюстрацию утверждений примерами, на поиск контрпримеров. Билет может включать также вопросы тестового характера, в этом случае предполагается письменный ответ. Билетов должно быть не менее чем на 20% больше числа аспирантов в учебной группе. Предварительное ознакомление аспирантов с билетами не разрешается. Кроме указанных в билете вопросов, преподаватель имеет право задавать дополнительные вопросы с целью уточнения объема знаний аспирантов и оценки качества усвоения теоретического материала и практических навыков и умений. Разрешается использование аспирантом справочных материалов.

Отметка «Зачтено» ставится, если аспирант в устном и/или письменном ответе продемонстрировал указанные выше знания и умения:

- приведен достаточно полный ответ на поставленный вопрос;
- продемонстрировано умение мыслить логически, устанавливать причинно-следственные связи, доказательно раскрыты основные положения;
- ответ имеет достаточно четкую структуру, изложение последовательно, отражает сущность раскрываемых понятий.
- ответ на вопрос изложен грамотно, с использованием математической терминологии.

Аспиранты, не сдавшие зачет, сдают его повторно в соответствии с графиком, разработанным отделом подготовки научно-педагогических кадров.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Львовский, С.М. Лекции по комплексному анализу : курс лекций / С.М. Львовский. - Изд. 2-е, стереотип. - Москва : МЦНМО, 2009. - 136 с.
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63178>
2. Маркушевич А.И. Теория аналитических функций. Том 1: Начала теории. Учебник для матем. и физ. спец. вузов. СПб.: Лань, 2009. 496 с. (Библиотека УлГПУ)
3. Маркушевич А.И. Теория аналитических функций. Том 2: Дальнейшее построение теории. Учебник для матем. и физ. спец. вузов. СПб.: Лань, 2009. 624 с. (Библиотека УлГПУ)
4. Половинкин Е.С. Теория функций комплексного переменного : учебник — М. : ИНФРА-М, 2017. — 254 с. URL:<http://znanium.com/bookread2.php?book=752312>
5. Шабунин М.И. Теория функций комплексного переменного [Текст] : [учебник для вузов]. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Лаборатория знаний, 2016. - 300 с. (Библиотека УлГПУ)

Дополнительная литература

6. Волковыский Л.И., Лунц Г.Л., Араманович И. Г. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: Учебное пособие для вузов. М.: Физматлит, 2002. – 312 с. (Библиотека УлГПУ)
7. Крамарь, В.А. Специальные разделы математики для системной инженерии. - 1. - Севастополь : Севастопольский национальный технический университет, 2010. – 153 с. URL: <http://znanium.com/go.php?id=526406>
8. Лаврентьев М.А. Методы теории функций комплексного переменного : учебное пособие / М.А. Лаврентьев; Б.В. Шабат. - Москва : Наука, 1965. – 716 с.
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=464237>
9. Маркушевич А.И. Очерки по истории теории аналитических функций. А.И. Маркушевич. - М.:Л. : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1951. - 128 с.
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=255676>
10. Пантелеев А. В., Якимова А. С. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах. М. : Высшая школа, 2007. – 448 с. (Библиотека УлГПУ)

Информационное обеспечение дисциплины

1. <http://www.mathnet.ru/> - Общероссийский математический портал (свободный доступ к полным текстам статей журналов Академиздатцентра "Наука" РАН).
2. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm> (библиотека «Мир математических уравнений», книги по математике, математический анализ, функциональный анализ).

3. <http://www.mccme.ru> – Московский центр непрерывного математического образования.
4. <http://ium.mccme.ru/courses.php> - Московский центр непрерывного математического образования, библиотека курсов Независимого Московского университета.
5. <http://lib.mexmat.ru/books> - Электронная библиотека Попечительского совета МГУ.
6. <http://math-portal.ru>
7. <http://reslib.com> – Research library
8. <http://people.virginia.edu>
9. <http://projecteuclid.org>
10. <http://www.springerlink.com>
11. <http://www.encyclopediaofmath.org>
12. <http://myweb.facstaff.wwu.edu>

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Образовательный процесс обеспечивается достаточным аудиторным фондом, оснащённым необходимым учебным оборудованием.

Для проведения лекционных занятий могут быть использованы лекционные аудитории; специализированные лекционные аудитории (оснащённые аудиовизуальными и мультимедийными средствами). Для проведения практических занятий, а также промежуточного и итогового тестирования используются малые аудитории.

Для проведения аудиторных занятий:

Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Перечень оборудования
Аудитория № 417 (УлГПУ им. И.Н. Ульянова, пл. 100-летия со дня рождения В.И. Ленина д. 4)	Посадочные места – 50 Преподавательский стол – 1 шт. Столы ученические двухместные – 14 шт. Столы ученические трехместные – 8 шт. Тумба под компьютер – 1 шт. Встроенные шкафы – 2 шт. Стулья – 50 шт. Мультимедийный класс в составе: интерактивная система SMART Board SB 685. Ноутбук HP Pavilion g6-2364. Доска – 1 шт. Жалюзи – 3 шт. Стул из кожи черный – 1 шт.

Помещения для самостоятельной работы аспирантов:

компьютерные классы (с выходом в Интернет), библиотека (с выходом в Интернет).

Медиацентр (УлГПУ им. И.Н. Ульянова, пл. 100-летия со дня рождения В.И. Ленина д. 4)	73 моноблока, соединённых локальной компьютерной сетью; беспроводная сеть Wi-Fi; стационарный проектор; экран; 5 ЖК-мониторов, 2 ЖК-панели; система видеоконференцсвязи – PolycomHDX6000HD; акустическая система: вокальная аудиосистема и акустические колонки. Секционные столы-18шт.
Читальный зал (электронная библиотека, (УлГПУ им. И.Н. Ульянова, пл. 100-летия со дня рождения В.И. Ленина д. 4)	Ноутбуки 15,6 ACER Packard Bell EasyNote ENTE11HC-B9604G50MNKS 8 шт. Ноутбук Lenovo IdeaPad B590 Intel Pentium Dual-Core B960 2.2ГГц 4G/500G/DVD-RW15.6*/Windows 7 Home -7шт.