

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО»**

Кафедра дифференциальных уравнений и функционального анализа факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа:  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки:  
«Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»

Уровень высшего образования:  
бакалавриат

Форма обучения:  
Очная

Статус дисциплины:  
базовая

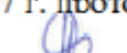
Махачкала, 2017

Рабочая программа по дисциплине:


**Теории функций и функционального анализа**


составлена в 2017 году в соответствии с ФГОС ВО по направлению 13.03.02 Электроника и электротехника (уровень бакалавриат). Приказ Минобрнауки России № 937 от 7.08.2014 г.

**Разработчик:** д.ф.-м.наук, профессор кафедры дифференциальных уравнений и функционального анализа Сиражудинов Магомед Магомедалиевич

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры: дифференциальных уравнений и функционального анализа от "22" марта 2017 г. протокол № 6  
Заведующий кафедрой  Сиражудинов М.М.

на заседании Методического совета факультета  
Математики и компьютерных наук от 24 марта 2017 г.

Председатель 

Рабочая программа согласована с  
учебно-методическим  
управлением 30.03.2017 г. 

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Теория функций комплексного переменного входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению (специальности) **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**.

Дисциплина реализуется на физическом факультете, кафедрой дифференциальные уравнения и функциональный анализ.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с комплексными числами, аналитическими функциями и теории вычетов и применяются в гидродинамике, в теории упругости, электротехнике и т.д. Дисциплину «Теория функций комплексного переменного» необходимо изучить для исследования вопросов связанных с методами математической физики.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);
- способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*Знать:* Основы теории аналитических функций. Разложимость аналитических функций в степенные ряды. Теорию вычетов и ее применения.

*Уметь:* Определять аналитичность, знать правила действий с функциями комплексного переменного, уметь дифференцировать и интегрировать функции комплексного переменного, разлагать аналитические функции в степенные ряды, находить и использовать вычеты аналитических функций.

*Владеть:* Методами контурного интегрирования аналитических функций: теорема Коши, интегральная формула Коши; свойствами степенных рядов, владеть техникой вычисления вычетов.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе						
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен	
	Все го	из них					
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
2	72	18		20		34	зачет

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Теория функций комплексного переменного являются изучение комплексных чисел. Изучение на базе вещественного анализа, теории функций комплексного переменного. Ознакомление с прикладными аспектами теории функций комплексного переменного. Ознакомление с фундаментальными свойствами аналитических функций.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Теория функций комплексного переменного» входит в базовую часть бакалавриата по направлению **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**.

Курс теории функций комплексного переменного преподается на 1 курсе, после изучения вещественного анализа, алгебры и геометрии.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВПО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня)
-------------	--------------------------------------	--

		<b>освоения компетенций)</b>
ОК- 7	Способность к самоорганизации и самообразованию	<p><i>Знать:</i> Основы теории аналитических функций. Разложимость аналитических функций в степенные ряды. Теорию вычетов и ее применимость.</p> <p><i>Уметь:</i> Определять аналитичность, знать правила действий с функциями комплексного переменного, уметь дифференцировать и интегрировать функции комплексного переменного, разлагать аналитические функции в степенные ряды, находить и использовать вычеты аналитических функций.</p> <p><i>Владеть:</i> Методами контурного интегрирования аналитических функций: теорема Коши, интегральная формула Коши; свойствами разложений в степенные ряды, владеть техникой вычисления вычетов.</p>
ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных <b>задач</b>	<p><i>Знать:</i> Основы теории аналитических функций. Разложимость аналитических функций в степенные ряды. Теорию вычетов и ее применение.</p> <p><i>Уметь:</i> Определять аналитичность, знать правила действий с функциями комплексного переменного, уметь дифференцировать и интегрировать функции комплексного переменного, разлагать аналитические функции в степенные ряды, находить и использовать вычеты аналитических функций.</p> <p><i>Владеть:</i> Методами контурного интегрирования аналитических функций: теорема Коши, интегральная формула Коши; свойствами разложений в степенные ряды, владеть техникой вычисления вычетов.</p>
ОПК-3	Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	<p><i>Знать:</i> комплексные числа, аналитические функции, особые точки и вычеты.</p> <p><i>Владеть:</i> основными методами теории функций комплексного переменного</p> <p><i>Уметь:</i> Определять аналитичность, знать правила действий с функциями комплексного переменного, уметь дифференцировать и интегрировать функции комплексного переменного, разлагать аналитические функции в степенные ряды, находить и использовать вычеты аналитических функций.</p> <p><i>Владеть:</i> Методами контурного интегрирования аналитических функций: теорема Коши, интегральная формула Коши; свойствами разложений в степенные ряды, владеть техникой вычисления вычетов.</p>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет зачетных единиц 2, академических часов 72

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				ЛК	Сем	СРС	КСМ	
<b>Модуль I. Функции комплексного переменного</b>								
1	<b>Раздел I. Функции комплексного переменного</b>	2		8	8	20		Коллоквиум контрольная работа
<b>Модуль II. Интеграл. Вычеты</b>								
2	<b>Раздел II. Теория интеграла Коши</b>	2		6	6	6		Коллоквиум контрольная работа
3	<b>Раздел III. Ряд Лорана, вычеты.</b>	2		4	6	8		Коллоквиум, контрольная работа,
	<b>Итого за 4 семестр</b>	<b>72</b>		<b>18</b>	<b>20</b>	<b>34</b>		Зачет

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

##### *Лекции*

##### Модули I

###### Тема 1. Комплексные числа.

Комплексные числа и операции над ними. Алгебраическая форма комплексных чисел. Модуль и аргумент. Тригонометрическая форма комплексных чисел. Теоремы умножения и деления в тригонометрической форме. Формула Муавра. Стереографическая проекция. Сфера Римана.

###### Тема 2. Последовательности и ряды комплексных чисел. Функция комплексного переменного.

Предел, непрерывность, производная функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Производная. Аналитические функции. Конформные отображения.

**Тема 3. Элементарные функции и конформные отображения. Дробно-линейные отображения. О гомеоморфности, конформности дробно-линейных отображений. Круговое свойство дробно-линейных отображений. Точки симметричные относительно окружности. Свойство сохранения симметрии дробно-линейных отображений. Группа дробно-линейных отображений. Специальные дробно-линейные отображения. Дробно-линейное отображение верхней полуплоскости на единичный круг. Дробно-линейное отображение единичного круга на единичный круг. Функция  $e^z$ , определение и свойства. Тригонометрические функции комплексного переменного. Формулы Эйлера. Степенные и показательные функции  $a^z$ ,  $z^a$ . Функция  $\text{Ln } z$ .**

##### Модуль II

###### Тема 4. Теория интеграла.

Путь и кривая. Определение интеграла по пути. Свойство ортогональности степеней. Свойства интеграла: линейность, аддитивность, эквивалентность, ориентируемость, неравенства. Интеграл по кривой. Интегральные теоремы Коши. Интегральная теорема Коши для треугольников. Лемма Гурса. Интегральная теорема Коши для односвязных областей. Интегральная теорема Коши для многосвязных областей. Интегральная формула Коши. Первообразная.

###### Тема 5. Ряды Тейлора и Лорана.

Степенные ряды. Признак Коши-Адамара. Об аналитичности суммы степенного ряда и следствия из него. Ряд Тейлора. Неравенства Коши. Теорема Лиувилля. О единственности разложения функции в степенной ряд. Нули аналитической функции. Порядок нуля. Теорема о единственности аналитической функции. Ряд Лорана. Главная часть ряда Лорана. О единственности разложения в ряд Лорана. Неравенства Коши.

**Тема 6.** Вычеты. Приложения .

Особые точки аналитической функции. Изолированные особые точки и их классификация. Устранимая особая точка, полюс и существенно особая точка. Порядок полюса. О связи изолированных особых точек с разложением в ряд Лорана. Изолированная особая точка  $\infty$ . Ряд Лорана в точке  $\infty$  и о его связи с типом особенности в  $\infty$ . Понятие вычета в конечной изолированной особой точке. Формулы для нахождения вычета в полюсе. Вычет в изолированной особой точке  $\infty$ . Теорема Коши о вычетах. Теорема о полной сумме вычетов. Применение вычетов для нахождения интегралов по пути. Применение вычетов для нахождения определенных интегралов. Применение вычетов для нахождения несобственных интегралов. Логарифмический вычет.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

### **Модули I**

**Тема 1.** Комплексные числа.

Комплексные числа и операции над ними. Алгебраическая форма комплексных чисел. Модуль и аргумент. Тригонометрическая форма комплексных чисел. Теоремы умножения и деления в тригонометрической форме. Формула Муавра. Стереографическая проекция. Сфера Римана.

**Тема 2.** Топологические понятия. Последовательности и ряды комплексных чисел. Функция комплексного переменного. Предел, непрерывность, производная функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Аналитические функции. Конформные отображения.

**Тема 3.** Элементарные функции и конформные отображения. Дробно-линейные отображения. Свойства дробно-линейных отображений Функция  $e^z$ , определение и свойства. Тригонометрические функции комплексного переменного. Формулы Эйлера. Степенные и показательные функции  $a^z$ ,  $z^a$ . Функция  $\operatorname{Ln} z$ .

### **Модуль II**

**Тема 4.** Теория интеграла. Интегральные теоремы Коши. Интегральная формула Коши. Первообразная.

**Тема 5.** Ряды Тейлора и Лорана. Степенные ряды. Признак Коши-Адамара. Ряд Тейлора. Нули аналитической функции. Порядок нуля. Теорема о единственности аналитической функции. Ряд Лорана. Главная часть ряда Лорана.

**Тема 6.** Вычеты. Приложения .Особые точки аналитической функции. Устранимая особая точка, полюс и существенно особая точка. Порядок полюса.. Вычет в конечной изолированной особой точке. Формулы для нахождения вычета в полюсе. Вычет в изолированной особой точке  $\infty$ . Применение вычетов для нахождения интегралов по пути. Применение вычетов для нахождения определенных интегралов. Применение вычетов для нахождения несобственных интегралов.

## **5. Образовательные технологии**

В основе преподавания дисциплины лежит лекционно-семинарская система обучения, что связано с необходимостью активного продумывания теоретического материала, содержащего глубокие и абстрактные понятия. Индивидуальные особенности обучающихся учитываются подбором заданий разного уровня сложности для самостоятельной работы студентов.

По данной дисциплине учебным планом предусмотрено также проведение занятий в интерактивных формах. Лекции проводятся в аудиториях, оснащенных видеопроекторами. В университете

функционирует Центр современных образовательных технологий, в котором предусматриваются мастер-классы специалистов.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

*Учебно-методические пособие для самостоятельной работы*

Магомедов Г.А., Сиражудинов М.М., Рагимханов Р.К., «Теория функций комплексного переменного». Махачкала, ИПЦ ДГУ, 2010.

*Задания для самостоятельной работы*

### Задание 1. Перечень вопросов к зачету

1. Определение функций  $e^z$ ,  $\sin z$ ,  $\cos z$  с помощью рядов.
2. Конформные отображения.
3. Обратимость функций  $e^z$ ,  $z^n$ ,  $\sin z$ ,  $\cos z$ .
4. Понятие Римановой поверхности.
5. Точки ветвления.
6. Различные определения однозначной аналитической функции и их сравнение.
7. Теорема Вейерштрасса.
8. Интеграл типа Коши.
9. Аналитическое продолжение.
10. Теорема Пикара. Особые точки многозначного характера.
11. Логарифмический вычет.
12. Индекс функции. Принцип аргумента.
13. Принцип сохранения областей.
14. Теорема Руше. Основная теорема алгебры комплексных чисел.
15. Принцип максимума модуля аналитической функции.
16. Принцип минимума.
17. Интегральная теорема Коши для треугольников.
18. Теорема о среднем значении

*Задание 2.* Рефераты и доклады по темам для самостоятельной работы приведены ниже в п. 7.3

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

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура оценивания
ОК-7	Знать: комплексные числа, аналитические функции, Особые точки и вычеты.	Контрольная работа; коллоквиум

	Уметь строго доказать теоремы на основе анализа увидеть и корректировать результат. Владеть: основными методами теории функций комплексного переменного	
ОПК -2	Знать: комплексные числа, аналитические функции, Особые точки и вычеты. Уметь строго доказать теоремы на основе анализа увидеть и корректировать результат. Владеть: основными методами теории функций комплексного переменного	Контрольная работа; коллоквиум
ОПК -3	Знать: комплексные числа, аналитические функции, Особые точки и вычеты. Уметь строго доказать теоремы на основе анализа увидеть и корректировать результат. Владеть: основными методами теории функций комплексного переменного	Контрольная работа; коллоквиум

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

### ОК-7. Способность к самоорганизации и самообразованию

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<i>Знать:</i> Основы теории аналитических функций. Разложимость аналитических функций в степенные ряды. Теорию вычетов и ее применимость.	Демонстрирует слабое умение (самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и источников литературы) использовать в практической деятельности новые знания и умения	Может применить (используя информационные технологии и источники литературы) в практической деятельности некоторые новые знания и умения	Может эффективно применять (используя информационные технологии и источники литературы) в практической деятельности новые знания и умения

**ОПК-2.** Способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично



Пороговый	<p><i>Знать:</i> Основы теории аналитических функций. Разложимость аналитических функций в степенные ряды. Теорию вычетов и ее применимость.</p>	<p>Демонстрирует слабое умение (самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и источников литературы) использовать в практической деятельности новые знания и умения</p>	<p>Может применить (используя информационные технологии и источники литературы) в практической деятельности некоторые новые знания и умения</p>	<p>Может эффективно применять (используя информационные технологии и источники литературы) в практической деятельности новые знания и умения</p>
-----------	--	--	---	--

**ОПК-3.** - Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

Пороговый	<p><i>Уметь:</i> Определять аналитичность, знать правила действий с функциями комплексного переменного, уметь дифференцировать и интегрировать функции комплексного переменного, разлагать аналитические функции в степенные ряды, находить и использовать вычеты аналитических функций.</p> <p><i>Владеть:</i> Методами контурного интегрирования аналитических функций, техникой вычисления вычетов.</p>	<p>Имеет неполное представление об основных методах теории функций комплексного переменного</p>	<p>Допускает неточности в изложении и доказательствах методов теории функций комплексного переменного.</p>	<p>Демонстрирует четкое представление, готовность к адекватному применению полученных знаний по комплексному анализу в других математических дисциплинах</p>
-----------	--	---	--	--

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть

не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### 7.3.1 Примерные темы рефератов и курсовых работ:

1. Использование вычетов для вычисления несобственных интегралов
2. Использование вычетов для вычисления собственных интегралов
3. Изолированные особые точки
4. Использование вычетов для суммирования рядов
5. Римановы поверхности.

#### 7.3.2 Вопросы к коллоквиуму

1. Понятие аналитичности функции в точке, в области. Необходимые и достаточные условия аналитичности.
2. Основные свойства аналитических функций
  - а) независимость интеграла от пути
  - б) разложимость в степенной ряд (Теорема Тейлора)
  - в) бесконечная дифференцируемость аналитических функций
  - г) принцип единственности аналитических функций
3. Различные определения однозначной аналитической функции.
4. Ряд Лорана. Сходимость.
5. Разложение функции в ряд Лорана (Теорема Лорана).
6. Разложение функции в окрестности бесконечно-удаленной точки.
7. Изолированные особые точки однозначного характера и их типы
8. Вычеты. Определения.
9. Формулы для вычетов относительно полюса.
10. Основная теорема о вычетах.
11. Приложения вычетов к вычислению интегралов.

### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля – 50 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях – 30 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 30 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ – 30 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос -50 баллов,
- письменная контрольная работа -50 баллов,

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

#### а) основная литература:

1. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ. М.: «Наука», ч.1. 1986.
2. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного. М.: «Наука», 1984.
3. Волковыцкий Л.И., Лунц Г.Л., Араманович И.Г., Сборник задач по теории функций комплексного переменного, Наука. М.: «Наука», 1975.
4. Леонтьева Т.А. Лекции по теории функций комплексного анализа: М:научный мир 2004. 216 стр.

5. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного 2002 г.

6. Магомедов Г.А., Сиражуудинов М.М., Рагимханов Р.К. Теория функций комплексного переменного, Махачкала, ИПЦ ДГУ, 2010.

**б) дополнительная литература:**

1. Сидоров Ю. В., Федорюк М.В., Шабунин А.И. Лекции по ТФКП. 2-е издание. М., Наука, 1982.

2. Магомедов Г.А., Сиражуудинов М.М., Рагимханов Р.К. Теория функций комплексного переменного, Махачкала, ИПЦ ДГУ, 2003.

3. Маркушевич А.И. Краткий курс теории аналитических функций, уч. пособие, М. Наука, 1984.

4. Волковыский Л.И., Лунц Г.Л., Араманович И.Г. Сборник задач по теории функций комплексного переменного 2004г.

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

№	Название	Электронный адрес	Содержание
1.	Math.ru	www.math.ru	Сайт посвящён математике (и математикам. Этот сайт — для школьников, студентов, учителей и для всех, кто интересуется математикой. Тех, кого интересует зона роста современной науки математика.
2.	Exponenta.ru	www.exponenta.ru	<b>Студентам:</b> - запустить установленный у Вас математический пакет выбрать в списке примеров, решенных в среде этого пакета, подходящий и решить свою задачу по аналогии <b>Преподавателям:</b> - использовать математические пакеты для поддержки курса лекций. <b>Всем заинтересованным пользователям:</b> <b>1.</b> – можно ознакомиться с примерами применения математических пакетов в образовательном процессе. <b>2.</b> – найти демо-версии популярных математических пакетов, электронные книги и свободно распространяемые программы.
3.	Математика	www.mathematics.ru	учебный материал по различным разделам математики – алгебра, планиметрия, стереометрия, функции, графики и другие.
4.	Российское образование.	www.edu.ru	федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ.
5.	Электронные каталоги Научной библиотеки ДГУ	http://elib.dgu.ru, http://edu.icc.dgu.ru	
6.	Общероссийский математический портал (Math-	www.mathnet.ru	Портал, предоставляет различные возможности в поиске информации о математической жизни в России Портал содержит разделы: журналы, видеотека, библиотека, персоналии, организации,

Net.Ru)	конференции.
---------	--------------

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебная программа по теории функций комплексного переменного распределена по темам и по часам на лекции и практические занятия; предусмотрена также самостоятельная учебная работа студентов. По каждой теме преподаватель указывает студентам необходимую литературу (учебники, учебные пособия, сборники задач и упражнений), а также соответствующие темам параграфы и номера упражнений и задач.

Самостоятельная работа студентов складывается из работы над лекциями, с учебниками, решения рекомендуемых задач, а также из подготовки к контрольным работам, коллоквиумам и сдаче экзамена.

При работе с лекциями и учебниками особое внимание следует уделить изучению основных понятий и определений по данному разделу, а также особенностям примененных методов и технологий доказательства теорем. Решение достаточного количества задач по данной теме поможет творческому овладению методами доказательства математических утверждений.

После изучения каждой темы рекомендуется самостоятельно воспроизвести основные определения, формулировки и доказательства теорем. Для самопроверки рекомендуется также использовать контрольные вопросы, приводимые в учебниках после каждой темы.

Основная цель практических занятий – подготовка студентов к самостоятельной работе над теоретическим материалом и к решению задач и упражнений.

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

При осуществлении образовательного процесса по комплексному анализу рекомендуются компьютерные технологии, основанные на операционных системах Windows, Ubuntu, Linux, прикладные программы Mathcad, Matlab, Mathematica, а также сайты образовательных учреждений и журналов, информационно-справочные системы, электронные учебники.

При проведении занятий рекомендуется использовать компьютеры, мультимедийные проекторы, интерактивные экраны.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Университет обладает достаточной базой аудиторий для проведения всех видов занятий, предусмотренных образовательной программой дисциплины комплексный анализ. В университете имеется необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.