

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Актуализировано:  
на заседании кафедры  
протокол № 9 от 21.06.2017 г.

Зав. кафедрой

 /Ишкин Х.К.

Согласовано:

Председатель УМК  
факультета математики и  
информационных технологий

 /Ефимов А.М.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина **Комплексный анализ**

*(наименование дисциплины)*

**Базовая часть**

*(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))*

**программа бакалавриата**

Направление подготовки

02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем  
*(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))*

*Направленность (профиль) подготовки - "Системное и интернет-программирование"*

Квалификация  
бакалавр

Разработчик (составитель)  
Доцент, к.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_ /Р.А. Башмаков

Для приема: 2016 года

Уфа 2017 г.

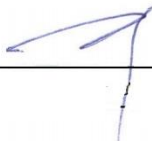
Составитель: доцент, к.ф.-м.н. Башмаков Р.А.

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры математического анализа протокол от «21» июня 2017 г. № 9

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры математического анализа, протокол № 7 от «25» июня 2018 г.

Дополнен список литературы.

Заведующий кафедрой

  
/ Ишкин Х.К.

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
  - 4.3. Рейтинг-план дисциплины
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<ul style="list-style-type: none"> <li>-основные понятия и методы математических дисциплин;</li> <li>- формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла;</li> <li>-математические модели типовых профессиональных задач;</li> <li>- современные направления развития математики;</li> <li>- проблемы современной информатики, ее категорий и связи с другими научными дисциплинами;</li> <li>- содержание основных этапов и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий.</li> </ul>	ОПК-2 - способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики.	
Умения	<ul style="list-style-type: none"> <li>-решать типовые задачи в указанной предметной области;</li> <li>-применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики;</li> <li>- использовать методы математического</li> </ul>	ОПК-2 - способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики.	

	<p>моделирования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-проводить исследования с использованием основных понятий и методов математики;</li> <li>-совершенствовать современный математический аппарат.</li> </ul>		
<p>Владения (навыки / опыт деятельности)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками применения современного математического аппарата;</li> <li>- навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними;</li> <li>- навыками использования аппарата математики в решении профессиональных задач;</li> <li>- навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач;</li> <li>-навыками применения принципов и математических концепций в области информационных технологий.</li> </ul>	<p>ОПК-2 - способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики.</p>	

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Комплексный анализ» входит в базовую часть цикла Б1.Б.05 Дисциплины (модули). Для ее успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: математический анализ, алгебра, аналитическая геометрия.

Освоение дисциплины «Комплексный анализ» необходимо при последующем изучении дисциплин «Функциональный анализ», «Уравнения в частных производных», «Численные методы» и ряда других.

Дисциплина тесно связана с такими дисциплинами как «Высшая алгебра», «Математический анализ».

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ОПК-2 - способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	<b>Знать:</b> - основные понятия и методы математических дисциплин; - формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах	Отсутствие знаний	Основные понятия и методы математических дисциплин; - формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства	Полные и четкие, но содержащие отдельные пробелы знания и методы математических дисциплин; - формулировки и доказательства утверждений, методы их	Полные и четкие знания основных понятий и методов математических дисциплин; - формулировки и доказательства утверждений, методы их

	<p>профессионального цикла;  -математические модели типовых профессиональных задач;  - современные направления развития математики;  - проблемы современной информатики, ее категорий и связи с другими научными дисциплинами;  - содержание основных этапов и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий.</p>			<p>доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла;  - математические модели типовых профессиональных задач;  - современные направления развития математики;  - проблемы современной информатики, ее категорий и связи с другими научными дисциплинами</p>	<p>тва, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла;  - математические модели типовых профессиональных задач;  - современные направления развития математики;  - проблемы современной информатики, ее категорий и связи с другими научными дисциплинами;  - содержание основных этапов и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий.</p>
--	--	--	--	---	---

<p>Второй этап (уровень)</p>	<p><b>Уметь:</b> - решать типовые задачи в указанной предметной области; -применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики; - использовать методы математического моделирования ; -проводить исследования с использованием основных понятий и методов математики; - совершенствовать современный математический аппарат.</p>	<p>Отсутствие умений</p>	<p>Фрагментарные умения типовые задачи в указанной предметной области; -применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики; - использовать методы математического моделирования ; -проводить исследования с использованием основных понятий и методов математики</p>	<p>В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы типовые задачи в указанной предметной области; -применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики; - использовать методы математического моделирования ; -проводить исследования с использованием основных понятий и методов математики</p>	<p>Сформированное умение типовые задачи в указанной предметной области; -применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики; - использовать методы математического моделирования ; -проводить исследования с использованием основных понятий и методов математики</p>
<p>Третий этап (уровень)</p>	<p><b>Владеть:</b>навыками применения современного математического аппарата; - навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; - навыками использования аппарата</p>	<p>Отсутствие владений</p>	<p>В целом успешные, но не систематические владения навыками применения современного математического аппарата; - навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними</p>	<p>применения современного математического аппарата; - навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; - навыками использования аппарата математики в решении профессиональных задач;</p>	<p>Успешные владения применения современного математического аппарата; - навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; - навыками использован</p>



	математики в решении профессиональных задач; - навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач; -навыками применения принципов и математических концепций в области информационных технологий		ними;	- навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач; -навыками применения принципов и математических концепций в области информационных технологий	ия аппарата математики в решении профессиональных задач; - навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач; -навыками применения принципов и математических концепций в области информационных технологий
--	--	--	-------	--	--

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	<b>Знать:</b> -основные понятия и методы математических дисциплин; - формулировки и доказательства утверждений, методы их	ОПК-2 - способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ	Контрольная работа, экзамен

	<p>доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-математические модели типовых профессиональных задач;</li> <li>- современные направления развития математики;</li> <li>- проблемы современной информатики, ее категорий и связи с другими научными дисциплинами;</li> <li>- содержание основных этапов и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий.</li> </ul>	информатики.	
<p>2-й этап</p> <p>Умения</p>	<p><b>Уметь:</b> -решать типовые задачи в указанной предметной области;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики;</li> <li>- использовать методы математического моделирования;</li> <li>-проводить исследования с использованием основных понятий и методов математики;</li> <li>-совершенствовать современный математический аппарат.</li> </ul>	ОПК-2 - способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики.	Контрольная работа, РГР, экзамен
<p>3-й этап</p> <p>Владеть навыками</p>	<p><b>Владеть:</b> навыками применения современного математического аппарата;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними;</li> <li>- навыками использования аппарата математики в решении</li> </ul>	ОПК-2 - способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики.	Контрольная работа, РГР, экзамен

	профессиональных задач; - навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач; -навыками применения принципов и математических концепций в области информационных технологий		
--	---	--	--

## Контрольные работы:

### Контрольная работа №1 (комплексные числа, функции)

1. Найти  $|z|$ ,  $\arg z$ ,  $\arg w$ ,  $z+w$ ,  $zw$ ,  $\frac{z}{w}$ ,  $z^{12}$  представить  $z$  в тригонометрической и показательной формах, если

$$z = -4\sqrt{3} + 4i, \quad w = -2$$

2. Вычислить  $\sqrt[3]{-8-8i}$  и изобразить все значения на плоскости.  
 3. Изобразить множества точек  $z$  на плоскости

1)  $\left| \frac{z-1}{z+1} \right| = 1$ , 2)  $\operatorname{Re}(2i(z+1+i)) = 1$

4. Вычислить  $\frac{(2+3i)(1-6i)}{-4i}$

Задача 5: Используя основную теорему Коши (для односвязной и многосвязной области), интегральную формулу Коши и интегральную формулу для производных аналитической функции, вычислить интеграл по замкнутому контуру  $\oint_{|z|=1} \frac{z^2}{z-2i} dz$

Ответы: 1).  $4\pi i$       2).  $1-2i$  3).  $0$       4).  $2i+1$       5).  $-8\pi i$

Задача 6 Разложить функцию  $f(z) = \frac{1}{1+z^2}$  в ряд Тейлора в окрестности нуля.

- Ответы: 1).  
 2).  $1 - z + z^2 - z^3 + \dots + (-1)^n z^n + \dots$   
 3).  $1 + z^2 + z^4 + z^6 + \dots + z^{2n} + \dots$   
 4).  $1 + z + z^2 + z^3 + \dots + z^n + \dots$   
 5). нет правильного ответа

Задача 7 Разложить в ряд Лорана в окрестности т.  $z=0$  функцию  $f(z) = \frac{e^z - 1}{z}$

- Ответы: 1).  $1 + \frac{z}{2!} + \frac{z^2}{3!} + \frac{z^3}{4!} + \frac{z^4}{5!} + \dots$       2). не разлагается  
 3).  $1 - \frac{z}{2!} + \frac{z^2}{3!} - \frac{z^3}{4!} + \frac{z^4}{5!} + \dots$       4).  $\frac{1}{2!} - \frac{z^2}{3!} + \frac{z^4}{6!} - \frac{z^6}{8!} + \dots$   
 5). нет правильных ответов

## Контрольная работа №2 (конформные отображения)

1. Найти отображение, переводящее область  $\{z: \operatorname{Re} z > 1, |z-1| > 1\}$  на область  $\{w: \operatorname{Re} w > 0\}$ .
2. Найти образ области  $\{z: \operatorname{Re} z > 1, |\operatorname{Im} z| < \pi\}$  при отображении  $w = e^z$ .
3. Отобразить область  $\{z: |z| > 1, z \notin [1, 2]\}$  на верхнюю полуплоскость

## Контрольная работа №3

Вычислить с помощью вычетов

1.  $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{(x^2+1)} dx$
2.  $\int_0^{2\pi} \frac{\sin^2 x}{(3+2 \cos x)} dx$
3.  $\int_0^{\infty} \frac{\cos x}{(1+x^4)} dx$
4.  $\int_{|z|=1} \frac{\operatorname{ctg} z}{z} dz$

### Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура экзаменационного билета: билет состоит из 2 вопросов, по 1 из каждой части, на которые условно делится прочитанный в течение семестра лекционный курс.

### Вопросы для экзамена по комплексному анализу

1. Комплексные числа и операции над ними. Комплексная плоскость.
2. Сфера Римана. Стереографическая проекция. Расширенная комплексная плоскость.
3. Открытые и замкнутые множества в  $\mathbb{C}$ . Связность. Компактные множества. Кривые на плоскости
4. Предел последовательности. Функции комплексной переменной. Предел функции комплексной переменной. Непрерывность. Однолиственность
5. Дифференцируемость (определение, свойства) Дифференцируемость и условия Коши - Римана.
6. Формальные производные. Определение аналитической (голоморфной) функции
7. Геометрический смысл аргумента и модуля производной. Конформные отображения. Локальная конформность аналитической функции.
8. Гармонические функции. Восстановление аналитической функции по ее вещественной или

мнимой части.

9. Функция  $\sqrt[n]{z}$  и ее Риманова поверхность.
10. Функция  $e^z$ . Логарифмическая функция и ее Риманова поверхность.
11. Элементарные функции (степенная, с натуральным показателем, общая степенная и общая показательные функции). Тригонометрические функции.
12. Функция Жуковского.
13. Дробно - линейная функция.
14. Круговое свойство дробно - линейных отображений.
15. Общий вид дробно-линейного отображения, переводящего три точки в три заданные.
16. Сохранение симметрии при дробно-линейном отображении.
17. Дробно-линейные изоморфизмы полуплоскости на круг; круга на круг.
18. Интеграл от функции комплексной переменной. Простейшие свойства. Лемма Гурса.
19. Интегральная теорема Коши.
20. Интегральная теорема Коши (обобщение). Случай многосвязной области.
21. Интегральная формула Коши. Теорема о среднем.
22. Интеграл типа Коши.
23. Первообразная. Теорема Морера.
24. Числовые и функциональные ряды.
25. Теоремы о равномерно сходящихся рядах
26. Теорема Вейерштрасса.
27. Степенные ряды. Лемма Абеля. Теорема Коши-Адамара
28. Разложение аналитической функции в ряд Тейлора.
29. Неравенства Коши. Теорема Лиувилля.
30. Ряды Лорана. Разложение функций в ряд Лорана (теорема Лорана).
31. Изолированные особые точки однозначного характера. Классификация и примеры.
32. Связь между нулями и полюсами аналитических функций.
33. Изолированные особые точки однозначного характера. Связь между главной частью ряда Лорана и типом особенности.
34. Вычеты (определение, примеры). Вычет в бесконечно удаленной точке.
35. Основные теоремы о вычетах. (Теорема Коши о вычетах, Теорема о сумме вычетов)
36. Способы вычисления вычетов в полюсах.

37. Применение теории вычетов к вычислению определенных интегралов  $\int_0^{2\pi} R(\cos\varphi, \sin\varphi) d\varphi$

38. Применение теории вычетов к вычислению интегралов  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{P(x)}{Q(x)} dx$ .

39. Применение теории вычетов к вычислению определенных интегралов  $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{i\lambda x} dx$ . Лемма Жордана.

40. Логарифмический вычет. Принцип аргумента.
41. Теорема Руше. Основная теорема алгебры.
42. Теорема единственности.
43. Принцип максимума модуля аналитической функции.
44. Элементы операционного исчисления (оригинал, изображение, преобразование Лапласа, примеры)
45. Свойства преобразования Лапласа.
46. Приложения к решению простейших дифференциальных уравнений и систем

Образцы экзаменационных билетов:

**Башкирский государственный университет**

Кафедра математического анализа

«Комплексный анализ»

20\_\_-20\_\_ учебный год

Экзаменационный билет № 13

1. Геометрический смысл аргумента и модуля производной. Конформные отображения.
2. Приложение вычетов к вычислению интегралов.

Заведующий кафедрой,  
д.ф.-м.н., профессор

Ишкин Х.К..

**Башкирский государственный университет**

Кафедра математического анализа

«Комплексный анализ»

20\_\_-20\_\_ учебный год

Экзаменационный билет № 14

1. Дробно - линейное отображение, переводящее три заданные точки в три заданные.
2. Теорема Коши (случай треугольного контура).

Заведующий кафедрой,  
д.ф.-м.н., профессор

Ишкин Х.К..

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Зачеты:

- зачтено – от 60 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено – от 0 до 59 баллов.

**Примерные критерии оценивания ответа на экзамене (только для тех, кто учится с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов):**

Критерии оценки (в баллах):

- 25-30 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- 17-24 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;
- 10-16 баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;
- 1-10 баллов выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### 4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг-план дисциплины представлен в приложении 2.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

#### Основная литература:

1. Евграфов М.А. Аналитические функции. Издательство "Лань" 2008. 448 С.  
<https://e.lanbook.com/book/134?category=910>

#### Дополнительная литература:

2. Шабат Б.В. *Введение в комплексный анализ*. М. : Государственное издательство физико-математической литературы, 1961.  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=464254&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=464254&sr=1)
3. И.И. Привалов, «Введение в теорию функций комплексного переменного», СПб.: Лань, 2009.
4. М.А.Лаврентьев, Б.В.Шабат «Методы теории функций комплексной переменной», СПб.: Лань, 2002.
5. М.И.Шабунин, Ю.В.Сидоров «Теория функций комплексной переменной», М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002.
6. В.Д.Морозова «Теория функций комплексного переменного», М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002.
7. Башмаков Р.А., Махота А.А. «Введение в ТФКП». Уфа, РИЦ БашГУ, 2012.
8. Л.И.Волковыский, Г.Л.Лунц, И.Г.Арамонович «Сборник задач по теории функций комплексного переменного», М.: Физматлит, 2002.
9. Башмаков Р.А, Махота А.А. «Введение в комплексный анализ». Электронный учебник 2012 (свидетельство о регистрации электронного ресурса №18361 ИНИПИ РАО ОФЭРНиО).
10. Маркушевич А.И. *Теория аналитических функций. Т. II*. М.: Наука, 1968.  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=439146&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=439146&sr=1)
11. Маркушевич А.И. *Очерки по истории теории аналитических функций*. М.: Гос. изд-во техн.-теорет. лит-ры, 1951. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=255676&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=255676&sr=1)
12. Евграфов М.А. Аналитические функции. М., Наука, 1991.
13. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ. Ч.1. М., Наука, 1985.

## **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

### **А. Ресурсы интернет**

1. «Электронная библиотека БашГУ» <http://www.bashlib.ru/echitzal/>
  2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.bashlib.ru/echitzal/>
  3. ЭБС «ЛАНЬ» <http://www.bashlib.ru/echitzal/>
- в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы: Maple (компьютерный класс)..

### **Б. Программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплины**

1. Windows 8 Russian/. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.
2. Microsoft Office Standart 2013 Russian. Договор № 114 от 12ю11ю2014. Лицензии бессрочные.



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

<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 501 (Физмат корпус - учебное), аудитория № 517 (Физмат корпус - учебное), аудитория № 528 (Физмат корпус - учебное)</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 517 (Физмат корпус - учебное), аудитория № 522 (Физмат корпус - учебное), аудитория № 526 (Физмат корпус - учебное)</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 501 (Физмат корпус - учебное), № 517 (Физмат корпус - учебное), аудитория № 522 (Физмат корпус - учебное), аудитория № 526 (Физмат корпус - учебное), аудитория № 528 (Физмат корпус - учебное)</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 501 (Физмат корпус - учебное), № 517 (Физмат корпус - учебное), аудитория № 522 (Физмат корпус - учебное), аудитория № 524 (Физмат корпус - учебное), аудитория № 526 (Физмат корпус - учебное), аудитория № 528 (Физмат корпус - учебное)</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал №2 (Физмат корпус - учебное)</p>	<p align="center"><b>Аудитория № 501</b></p> <p>Учебная мебель, доска настенная меловая, персональный комп. и системный блок /Corei5-4460(3.2)/CIGABA YTEGV-N710D3-1GL/4Gb, Презентер LogitechWirelessPresenterR400 (210134000003592), проектор SonyVPL-DX270, экран ручной ViewScreenLotus 244x183 WLO-4304</p> <p align="center"><b>Аудитория №517</b></p> <p>Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, экран настенный ProjectaSlimScreen 200*200 cm MatteWhite, потолочное крепление для проектора, доска аудитор. ДА32.</p> <p align="center"><b>Аудитория №522</b></p> <p>Учебная мебель, доска, персональный компьютер LenovoThinkCentre A70z IntelPentium E 5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., кондиционер LessarLS/LU-H24KB2.</p> <p align="center"><b>Аудитория № 524</b></p> <p>Учебная мебель, доска настенная меловая, коммутатор HP V1905-24 Switch 24*10/100+2*10/100/1000, персональный компьютер в комплекте HP AiO 20"CQ 100 eu – 27 шт., экран ScreeMediaGolgviev 274*206 NW 4:3, универсальное потолочное крепление ScreeMedia для проектора, регулировка высоты , шкаф TLKTWP-065442-G-GY, патч-корд (1296), доска аудитор. ДА32</p> <p align="center"><b>Аудитория №526</b></p> <p>Учебная мебель, доска настенная меловая</p> <p align="center"><b>Аудитория №528</b></p> <p>Учебная мебель, доска настенная меловая</p> <p align="center"><b>Читальный зал №2</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Maple 16: Universities or Equivalent Degree Granting Institutions New License; договор №1311 от 13.12.2018 г. (до 13.12.2021 г.)</p> <p>4. WebWorK (лицензия GNU GPL, свободное программное обеспечение).</p>
---	--	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
 ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
 ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины *Комплексный анализ* на 4 семестр  
 (наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	16
практических/ семинарских	32
лабораторных	48
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем), ФКР	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	29,5
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	52,8

Форма(ы) контроля:  
 экзамен\_4 семестр

В том числе:  
 РГР 4 семестр, контактных часов – 4, часов на самостоятельную работу – 10

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Комплексные числа, комплексная плоскость; модули и аргумент комплексного числа, их свойства.	0,5	1	1	1	1-8		Экзамен РГР Контрольная работа
2.	Числовые последовательности и их пределы, ряды; стереографическая проекция, ее свойства; предел последовательности комплексных чисел. Критерий Коши. Бесконечно удаленная точка. сфера Римана, расширенная комплексная плоскость; множества на плоскости, области и кривые	0,5	1	1	1	1-8	7. 1.105	Экзамен
3.	Функции комплексного переменного; предел функции; непрерывность, дифференцируемость по комплексному переменному	1	1	1	1	1-8	7. 1.120 7. 1.126	Экзамен
4.	условие Коши – Римана; аналитическая функция; геометрический смысл аргумента и модуля производной; понятие о	1	1	2	1	1-8	7. 135 7. 1.167 7. 1.167 7.1.188 5)6	Экзамен РГР Контрольная работа

	конформном отображении.							
5.	Аналитические функции и их свойства. Конформные отображения. критерий локальности однолиственности и критерий конформности в точке, достаточное условие однолиственности ;	0,5	2	2	1	1-8		Экзамен
6.	Конформные отображения дробно-линейными функциями. Общий вид дробно-линейного отображения круга на себя и верхней полуплоскости на круг	0,5	1	2	1	1-8	7. 2.17 7. 2.9	Экзамен РГР Контрольная работа
7.	Конформные отображения с помощью функции Жуковского.	1	1	2	1	1-7	7. 2.108 7. 2.117	Экзамен
8.	Конформные отображения с помощью степенной, показательной, логарифмической функций. Конформные отображения с помощью тригонометрических функций и их обратных..	0,5	1	2	1	1-8	7. 2.154 7. 2.181	Экзамен
9.	Теорема о локальном обращении; однолистные функции, теорема Римана (без доказательства) и понятие о соответствии границ при конформном отображении.	0,5	1	2	1	1-8	Самостоятельное изучение (9) гл./ V, § 5 (10) § 36-37	Экзамен
10.	Интеграл по комплексному переменному, его простейшие свойства, связь с криволинейными интегралами 1-	1	1	2	1	1-8	7. 3.9	Экзамен

	го и 2-го рода; сведение к интегралу по действительному переменному;							
11.	Теорема Коши для односвязных и неодносвязных областей.	0,5	1	2	1	1-8	7. 3.20	Экзамен
12.	Интеграл Коши, интегральная формула Коши; Следствия из формулы Коши.	0,5	1	2	1	1-8		Экзамен
13.	Бесконечная дифференцируемость аналитических функций, формулы Коши для производных; теорема Морера. Теорема Лиувилля	0,5	1	2	1	1-8		Экзамен
14.	Теорема единственности и принцип максимума модуля: нули аналитической функции, порядок нуля; теорема единственности для аналитических функций; принцип максимума модуля и лемма Шварца.	0,5	1	2	1	1-8		Экзамен
15.	Комплексные числовые ряды. Сходимость. Последовательности и ряды аналитических функций в области.	0,5	1	2	1	1-7	7. 1.96 7. 1.99 7. 5.9	Экзамен
16.	Равномерная сходимость. Критерий Коши; Теоремы Вейерштрасса о рядах аналитических функций.	0,5	1	2	1	1,2,8		Экзамен
17.	Комплексные степенные ряды; Теорема Абеля и	0,5	1	2	1	1,2,8	7. 3.46 7. 3.54 3)	Экзамен

	следствия из нее., формула Коши – Адамара;							
18.	Разложение аналитической функции в степенной ряд (ряд Тейлора аналитической функции). Единственность разложения; неравенства Коши для коэффициентов степенного ряда; действия со степенными рядами.	0,5	2	2	1	1-7	7. 3.74 7. 3.83	Экзамен
19.	Нули аналитической функции. Бесконечные произведения функций. Теоремы единственности аналитической функции.	0,5	1	2	1	1,2,8	7. 3.127 7. 3.140 7. 6.20	Экзамен
20.	Правильные и особые точки аналитической функции.	0,5	1	2	1			Экзамен
21.	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.	0,5	2	2	1	1-8	Самостоятельное изучение (10) § 8-10	Экзамен РГР Контрольная работа
22.	Классификация изолированных особых точек однозначной аналитической функции. полюс, порядок полюса;	0,5	1	2	1,5	1-8	7. 4.71 7. 4.77	Экзамен РГР Контрольная работа
23.	Вычет аналитической функции в изолированной особой точке. Основная теорема теории	1	2	2	2	1-8	7. 4.113 7. 4.89 7. 4. 94 7. 4.102	Экзамен РГР Контрольная работа

	вычетов.							
24.	Вычисление определенных действительных интегралов с помощью вычетов.	1	4	2	2	1-8	7. 4.121 7. 4.124	Экзамен РГР Контрольная работа
25.	Преобразование Лапласа	1	1	2	3			Экзамен
	Всего часов	16	32	48	29,5			

## Рейтинг – план дисциплины

## Комплексный анализ

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
курс 2, семестр 4

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 Комплексные числа. Функции комплексного переменного и отображения множеств. Элементарные функции: целая линейная и дробно-линейная функция. Последовательности и ряды аналитических функций.</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>11</b>
1. Аудиторная работа			0	3
2. Тестовый контроль			0	3
3. Выполнение домашней работы			0	5
<b>Рубежный контроль</b>				<b>12</b>
1. Письменная контрольная работа				6
2. Работа в системе WebWork				6
<b>Модуль 2 Интеграл по функции комплексного переменного. Интеграл Коши: интегральная формула Коши</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>14</b>
1. Аудиторная работа			0	9
2. Выполнение домашней работы			0	5
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
1. Письменная контрольная работа			0	10
<b>Модуль 3 Теорема единственности и принцип максимума модуля. Ряд Лорана. Вычеты, принцип аргумента. Отображения посредством аналитических функций. Аналитическое продолжение</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
1. Аудиторная работа			0	5
3. Выполнение домашней работы			0	5
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>13</b>
1. Письменная контрольная работа			0	5
2. РГР				8
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада				<b>5</b>
2. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады)				<b>5</b>
4 ...				
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен				30
<b>ИТОГО</b>			<b>45</b>	<b>100</b>

Устанавливается следующая градация перевода оценки из многобалльной в четырехбалльную:

Экзамены:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов),



- хорошо – от 60 до 79 баллов,
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов,
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Зачеты:

- зачтено – от 60 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено – от 0 до 59 баллов.

В случае, если формой итогового контроля по одной дисциплине в одном семестре являются одновременно зачет (по практической части курса) и экзамен (по теоретической части курса), то основной формой отчетности с максимальной суммой 30 баллов является экзамен, а зачет является только условием допуска к экзамену. При этом для получения зачета студент может набрать 100 баллов (поощрительные 10 баллов не предусматриваются), а зачет автоматически проставляется при условии получения им не менее 60 баллов по формам рубежного контроля (текущий и итоговый контроль, а также учет посещаемости не предусматривается).

В случае, если студент сдает какое-либо из контрольных мероприятий позже установленного срока, преподаватель может снизить максимально возможное количество баллов за данный вид контроля на 5% за каждую неделю просрочки.

Посещение лекционных и практических (семинарских, лабораторных) занятий оценивается в суммах до 6 и 10 баллов соответственно, однако эти баллы являются штрафными и вычитаются преподавателем из набранных студентами баллов в ходе текущего и рубежного контроля по следующей схеме:

- за пропуски лекционных занятий
  - за 25 % пропусков вычитается 1 балл
  - за 50 % пропусков вычитается 4 балла
  - за 75 % пропусков вычитается 6 баллов
  - за 100 % пропусков – студент не допускается до итоговых испытаний
- за пропуски практических (семинарских, лабораторных) занятий
  - за 20 % пропусков вычитается 2 балла
  - за 40 % пропусков вычитается 5 баллов
  - за 50 % пропусков вычитается 7 баллов
  - за 75 % пропусков вычитается 10 баллов
  - более 75 % пропусков – студент не допускается до итоговых испытаний.

Студент, набравший по итогам текущего и рубежного контроля менее 35 возможных баллов или пропустивший более 75 % практических (семинарских, лабораторных) занятий, до экзамена по данной дисциплине не допускается. В этом случае он изучает не освоенные им темы, выполняет соответствующие задания на платной основе в сроки, установленные деканатом для ликвидации задолженностей. Баллы, полученные таким образом, прибавляются к количеству баллов, набранных студентом в семестре.