

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры математического анализа
протокол от «21» июня 2017 г. № 9

Зав. кафедрой  / Х.К. Ишкин

Согласовано:
Председатель УМК института

 / М.Х. Балапанов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Теория функции комплексного переменного

базовая часть

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)
03.03.01 «Прикладные математика и физика»

Направленность (профиль) подготовки
Моделирование физических процессов и технологий

Квалификация
бакалавр

Разработчик (составитель)
Проф., д.ф.-м.н., доцент

 / Кривошеева О.А.

Для приема: 2020 года

Уфа 2020 г.

Составитель / составители: Кривошеева О.А.

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

Заведующий кафедрой

 / Х.К. Ишкин

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры математического анализа, протокол № 6/1 от «14» июня 2018 г.

Дополнен список литературы.

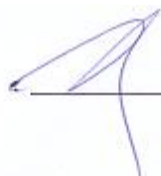
Заведующий кафедрой

 / Х.К. Ишкин

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры математического анализа, протокол № 5 от «23» мая 2019 г.

Дополнен список литературы.

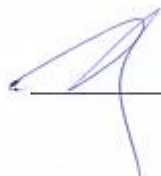
Заведующий кафедрой

 / Х.К. Ишкин

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры математического анализа, протокол № 1 от «28» августа 2020 г.

Дополнен список литературы.

Заведующий кафедрой

 / Х.К. Ишкин

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
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	6
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	12
4.3. Рейтинг-план дисциплины	18
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	18
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	18
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	19

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 ¹		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать: – основные понятия, формулы и методы решения задач теории функции комплексного переменного; – формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; – современные направления развития математики.	ОПК-2: способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности. ОПК-3: способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации.	
Умения	Уметь: – решать типовые задачи теории функции комплексного переменного; – применять в профессиональной деятельности знания математических основ; – проводить исследования с использованием основных понятий и методов теории функции комплексного переменного; – совершенствовать	ОПК-2: способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности. ОПК-3: способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации.	

	современный математический аппарат.		
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть: – навыками применения современного математического аппарата теории функции комплексного переменного; – навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; – навыками использования аппарата теории функции комплексного переменного в решении профессиональных задач.	ОПК-2: способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности. ОПК-3: способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации.	

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория функции комплексного переменного» относится к базовой части.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Целями освоения дисциплины (модуля) «Комплексный анализ» являются: фундаментальная подготовка студентов в области комплексного анализа, овладение методами решения основных типов задач комплексного анализа, овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования при изучении математических дисциплин и в приложениях.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Линейная алгебра».

Дисциплина тесно связана с такими дисциплинами как «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Интегральные уравнения и вариационное исчисление» «Векторный и тензорный 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 теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

Первый этап (уровень)	Знать: — основные понятия, формулы и методы решения задач теории функции комплексного переменного; — формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; — современные направления развития математики.	Отсутствие знаний	Неполные представления — об основных понятиях, формулах и методах решения задач теории функции комплексного переменного; — о формулировках и доказательствах утверждений, методах их доказательства, возможных сферах их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; — о современных направлениях развития математики.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в представлениях — об основных понятиях, формулах и методах решения задач теории функции комплексного переменного; — о формулировках и доказательствах утверждений, методах их доказательства, возможных сферах их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; — о современных направлениях развития математики.	Сформированные систематические представления — об основных понятиях, формулах и методах решения задач теории функции комплексного переменного; — о формулировках и доказательствах утверждений, методах их доказательства, возможных сферах их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; — о современных направлениях развития математики.
Второй этап (уровень)	Уметь: — решать типовые	Отсутствие умений	Фрагментарные умения — решать	В целом успешное, но содержащее	Сформированное умение — решать

	задачи теории функции комплексного переменного; – применять в профессиональной деятельности знания математических основ; – проводить исследования с использованием основных понятий и методов теории функции комплексного переменного; – совершенствовать современный математический аппарат.		типовые задачи теории функции комплексного переменного; – применять в профессиональной деятельности знания математических основ; – проводить исследования с использованием основных понятий и методов теории функции комплексного переменного; – совершенствовать современный математический аппарат.	отдельные пробелы умения – решать типовые задачи теории функции комплексного переменного; – применять в профессиональной деятельности знания математических основ; – проводить исследования с использованием основных понятий и методов теории функции комплексного переменного; – совершенствовать современный математический аппарат.	типовые задачи теории функции комплексного переменного; – применять в профессиональной деятельности знания математических основ; – проводить исследования с использованием основных понятий и методов теории функции комплексного переменного; – совершенствовать современный математический аппарат.
Третий этап (уровень)	Владеть: – навыками применения современного математического аппарата теории функции комплексного переменного; – навыками формального построения моделей по предметной	Отсутствие владений	В целом успешное, но не систематическое применение – навыков применения современного математического аппарата теории функции комплексного переменного; – навыков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применения – навыков применения современного математического аппарата теории функции комплексного переменного;	Успешное и систематическое применение – навыков применения современного математического аппарата теории функции комплексного

	области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; – навыками использования аппарата теории функции комплексного переменного в решении профессиональных задач.		формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; – навыков использования аппарата теории функции комплексного переменного в решении профессиональных задач.	– навыков формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; – навыков использования аппарата теории функции комплексного переменного в решении профессиональных задач.	переменного; – навыков формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; – навыков использования аппарата теории функции комплексного переменного в решении профессиональных задач.
--	--	--	--	--	--

ОПК-3: способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: – основные понятия, формулы и методы решения задач теории функции комплексного переменного; – формулировки и	Отсутствие знаний	Неполные представления – об основных понятиях, формулах и методах решения задач теории функции комплексного переменного; – о формулировках	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в представлении – об основных понятиях, формулах и методах решения	Сформированные систематические представления – об основных понятиях, формулах и методах решения задач

	доказательств а утверждений, методы их доказательств а, возможные сферы их связи и приложения в других областях математическ ого знания и дисциплинах профессионал ьного цикла; — современные направления развития математики.		и доказательства х утверждений, методах их доказательств, возможных сферах их связи и приложения в других областях математическо го знания и дисциплинах профессиональ ного цикла; — о современных направлениях развития математики.	задач теории функции комплексного переменного; — о формулировк ах и доказательств ах утверждений, методах их доказательств , возможных сферах их связи и приложения в других областях математическ ого знания и дисциплинах профессионал ьного цикла; — о современных направлениях развития математики.	теории функции комплексно го переменног о; — о формулиров ках и доказательс твах утверждени й, методах их доказательс тв, возможных сферах их связи и приложения в других областях математичес кого знания и дисциплина х профессион ального цикла; — о современны х направления х развития математики.
Второй этап (уровень)	Уметь: — решать типовые задачи теории функции комплексного переменного; — применять в профессионал ьной деятельности знания математическ их основ; — проводить исследования	Отсутствие умений	Фрагментарны е умения — решать типовые задачи теории функции комплексного переменного; — применять в профессиональ ной деятельности знания математически х основ; — проводить	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умения — решать типовые задачи теории функции комплексного переменного; — применять в профессионал ьной деятельности	Сформирова нное умение — решать типовые задачи теории функции комплексно го переменног о; — применять в профессион альной деятельност

	с использованием основных понятий и методов теории функции комплексного переменного; – совершенствовать современный математический аппарат.		исследования с использованием основных понятий и методов теории функции комплексного переменного; – совершенствовать современный математический аппарат.	знания математических основ; – проводить исследования с использованием основных понятий и методов теории функции комплексного переменного; – совершенствовать современный математический аппарат.	и знания математических основ; – проводить исследования с использованием основных понятий и методов теории функции комплексного переменного; – совершенствовать современный математический аппарат.
Третий этап (уровень)	Владеть: – навыками применения современного математического аппарата теории функции комплексного переменного; – навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; – навыками использования аппарата теории функции комплексного	Отсутствие владений	В целом успешное, но не систематическое применение – навыков применения современного математического аппарата теории функции комплексного переменного; – навыков формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; – навыков использования аппарата	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применения – навыков применения современного математического аппарата теории функции комплексного переменного; – навыков формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; – навыков	Успешное и систематическое применение – навыков применения современного математического аппарата теории функции комплексного переменного; – навыков формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективно

	переменного в решении профессиональных задач.		теории функции комплексного переменного в решении профессиональных задач.	использования аппарата теории функции комплексного переменного в решении профессиональных задач.	й работы с ними; – навыков использования аппарата теории функции комплексного переменного в решении профессиональных задач.
--	---	--	---	--	--

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. Шкалы оценивания:

(для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

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	Знать: – основные понятия, формулы и методы решения задач теории функции комплексного переменного; – формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; – современные	ОПК-2: способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности. ОПК-3: способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации.	Теоретический опрос, экзамен

	направления развития математики.		
2-й этап Умения	Уметь: – решать типовые задачи теории функции комплексного переменного; – применять в профессиональной деятельности знания математических основ; – проводить исследования с использованием основных понятий и методов теории функции комплексного переменного; – совершенствовать современный математический аппарат.	ОПК-2: способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности. ОПК-3: способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации.	Контрольные работы, экзамен
3-й этап Владеть навыками	Владеть: – навыками применения современного математического аппарата теории функции комплексного переменного; – навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; – навыками использования аппарата теории функции комплексного переменного в решении профессиональных задач.	ОПК-2: способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности. ОПК-3: способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации.	Экзамен, контрольные работы

Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура экзаменационного билета:

1. Теоретический вопрос.
2. Теоретический вопрос.
3. Практическое задание.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Комплексные числа, комплексная плоскость; модули и аргумент комплексного числа,

- их свойства.
2. Числовые последовательности и их пределы, ряды; стереографическая проекция, ее свойства; предел последовательности комплексных чисел. Критерий Коши. множества на плоскости, области и кривые/
 3. Функции комплексного переменного; предел функции; непрерывность, дифференцируемость по комплексному переменному.
 4. Условие Коши – Римана; аналитическая функция; геометрический смысл аргумента и модуля производной; понятие о конформном отображении.
 5. Аналитические функции и их свойства. Конформные отображения.
 6. Интеграл по комплексному переменному, его простейшие свойства.
 7. Теорема Коши. Интеграл Коши, интегральная формула Коши; Следствия из формулы Коши.
 8. Бесконечная дифференцируемость аналитических функций.
 9. Теорема единственности и принцип максимума модуля.
 10. Комплексные числовые ряды. Сходимость. Последовательности и ряды аналитических функций в области. Равномерная сходимость. Критерий Коши.
 11. Теоремы Вейерштрасса о рядах аналитических функций.
 12. Разложение аналитической функции в степенной ряд (ряд Тейлора аналитической функции).
 13. Ряд Лорана, область его сходимости; разложение аналитической функции в ряд Лорана,.
 14. Вычет аналитической функции в изолированной особой точке. Основная теорема теории вычетов.
 15. Вычисление определенных действительных интегралов с помощью вычетов.

Образец экзаменационного билета:

1. Теорема единственности и принцип максимума модуля. (12 баллов)
2. Теоремы Вейерштрасса о рядах аналитических функций. (12 баллов)
3. Восстановить аналитическую в окрестности точки z_0 функцию $f(z)$ по известной действительной части $u(x, y)$ и значению $f(z_0)$:

$$u = x^2 - y^2 + 2x, \quad f(i) = 2i - 1. \quad (6 \text{ баллов})$$

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.

Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:

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.

Примерные вопросы для устного опроса

Модуль 1. (Комплексные числа. Функции комплексного переменного)

1. Определение комплексного числа.
2. Аргумент комплексного числа, формулы для его вычисления.
3. Формула Эйлера.
4. Формула Муавра.
5. Свойства показательной функции.
6. Формулы для выражения обратных тригонометрических функций через логарифм.
7. Определение производной функции комплексного переменного в точке.
8. Условия Коши-Римана.
9. Необходимые и достаточные условия дифференцируемости функции комплексного переменного.
10. Определение функции аналитической в точке.

Модуль 2. (Разложение аналитических функций в ряд)

1. Формула для коэффициентов степенного ряда.
2. Лемма Абеля для степенных рядов.
3. Теорема Коши-Адамара для степенных рядов.
4. Интегральная формула Коши.
5. Односвязная область.
6. Непрерывность функции вплоть до границы.
7. Формула Коши.
8. Разложение функции $\sin z$ в ряд Тейлора.
9. Определение ряда Лорана.
10. Единственность разложения функции в ряд Лорана.

Модуль 3. (Вычеты)

1. Определение вычета функции в точке $z_0 \neq \infty$.
2. Определение изолированной особой точки функции.
3. Определение вычета функции в точке $z_0 = \infty$.
4. Определение устранимой особой точки функции.

5. Определение полюса порядка m .
6. Основная теорема теории вычетов.
7. Принцип аргумента.
8. Вычисление вычета в полюсе $z_0 \neq \infty$.
9. Вычисление вычета в точке $z_0 = \infty$.

Каждому студенту дается несколько вопросов из каждого модуля в течение семестра. Каждый вопрос оценивается в 1 балл.

Критерии оценки (в баллах):

- 2 балла выставляется студенту, если им дан четкий, развернутый и верный ответ на вопрос;
- 1 балл выставляется студенту, если им дан неполный ответ;
- 0 баллов выставляется студенту, если им не был дан ответ на вопрос.

Задания для контрольной работы

Описание контрольной работы:

Каждая контрольная работа состоит из нескольких задач по проверяемой теме. Каждому студенту дается отдельный вариант. Все контрольные работы выполняются в аудитории каждым студентом самостоятельно. Задача считается решенной верно, если подробно и четко написано ее правильное решение.

Примеры варианта контрольной работы:

Контрольная работа № 1:

1. Комплексное число $z = 1 - \sin \alpha + i \cos \alpha$ ($0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$) представить в тригонометрической форме (1 балл).
2. Комплексное число $z = -1 - i\sqrt{3}$ представить в показательной форме (1 балл).
3. Вычислить $\left(\frac{1-i}{1+i}\right)^8$ (2 балла).
4. Найти $\sqrt[8]{-1+i}$ (2 балла).
5. Какая линия определяется уравнением $|z| - 3\operatorname{Im} z = 6$? (2 балла)
6. Найти значение модуля и главное значение аргумента функции $w = \cos z$ в точке $z_0 = \pi + i\ln 2$ (2 балла).
7. Решить уравнение $e^{ix} = \cos \pi x$, $x \in \mathbb{R}$ (2 балла).
8. Пользуясь условиями Коши-Римана, выяснить, какие из следующих функций являются аналитическими, хотя бы в одной точке, а какие – нет:
 $w = z^2 \bar{z}$, $w = ze^z$. (3 балла)
9. Восстановить аналитическую в окрестности точки z_0 функцию $f(z)$ по известной мнимой части $v = \arctg \frac{y}{x}$, ($x > 0$) и значению $f(1) = 0$. (3 балла)

Контрольная работа № 2:

1. Исследовать на сходимость ряды

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos in^2}{5n^2}, \quad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{e^{i\frac{\pi}{n}}}{\sqrt{n}}. \quad (4 \text{ балла})$$

2. Определить радиусы сходимости следующих степенных рядов

$$\sum_{n=0}^{\infty} e^{in} z^n, \quad \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{z}{1-i} \right)^n. \quad (4 \text{ балла})$$

3. Разложить функцию $f(z) = \sin(2z + 1)$ в ряд Тейлора по степеням $(z + 1)$, используя готовые разложения, и найти радиус сходимости этого ряда. (2 балла)

4. Разложить в ряд Лорана в окрестности точки $z = 0$ функцию $f(z) = \frac{e^z}{z^3}$. (2 балла)

5. Разложить в ряд Лорана функцию $\frac{1}{(z-2)(z-3)}$ в кольце $2 < |z| < 3$. (2 балла)

Контрольная работа № 3:.

1. У функции $f(z) = z^4 + 4z^2$ найти нули и определить их порядки (2 балла)

2. Определить характер особой точки $z_0 = 0$ для функции $f(z) = \frac{1}{z - \sin z}$. (2 балла)

3. Определить характер особой точки $z_0 = \pi$ у функции $f(z) = \frac{1 + \cos z}{z - \pi}$. (2 балла)

4. Найти вычеты в особых точках у функций:

$$\text{а) } f(z) = \frac{e^z}{z^3(z-1)}; \quad \text{б) } f(z) = z^2 \sin \frac{1}{z}. \quad (4 \text{ балла})$$

5. Вычислить интегралы

$$\text{а) } \int_{|z|=2} \frac{e^z dz}{z^3(z+1)}; \quad \text{б) } \int_{|z+1|=4} \frac{z dz}{e^z + 3}. \quad (4 \text{ балла})$$

6. Вычислить интегралы

$$\text{а) } \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{(x^2+1)^3}; \quad \text{б) } \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\cos x \, dx}{x^2+9}. \quad (6 \text{ баллов})$$

Описание методики оценивания контрольных работ:

Критерии оценки (в баллах): Напротив каждой задачи прописано максимальное количество баллов, которое студент может заработать за правильно решенную задачу. За решение задачи может быть снято 0,5, 1, 1,5, 2 балла или 2,5 балла в зависимости от правильности приведенного решения (могут быть неточности в решении, неполное решение, не полностью корректное решение). Максимальное количество баллов за тест – 25 баллов.

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. А.Г.Свешников, А.Н.Тихонов «Теория функций комплексной переменной», М.: Физматлит, 2010. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=75710
2. М.А.Лаврентьев, Б.В.Шабат «Методы теории функций комплексной переменной», СПб.: Лань, 2002. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=464237
3. Ефграфов М.А. «Сборник задач по теории аналитических функций». М.: Наука, 1972. 416 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=464253
4. Л.И. Волковыский, Г.Л. Лунц, И.Г. Арамонович «Сборник задач по теории функций комплексного переменного», М.: Физматлит, 2002. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=68541
5. М. Л. Краснов, А.И. Киселев, Г.И., Макаренко «Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости». М.: Наука, 1971. 254 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=464235
6. Эйдерман В.Я. «Основы теории функций комплексного переменного и операционного исчисления». М.: Физматлит, 2002. 255 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=76734

Дополнительная литература:

7. Башмаков Р.А., Махота А.А. «Введение в ТФКП». Уфа, РИЦ БашГУ, 2012.
8. Маркушевич А.И. Теория аналитических функций. Т. II. М.: Наука, 1968. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=439146&sr=1
9. Посицельская Л.Н. «Теория функций комплексной переменной в задачах и упражнениях». М.: Физматлит, 2007. 134 с.
10. Чуешев В.В., Чуешева Н.А. «Теория функций комплексного переменного. Ч.4. Конформные отображения».
11. Соколенко Е.В. Теория функций комплексных переменных. Операционное исчисление: учебное пособие. Ставрополь: СКФУ. 2017. 199 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=494812&sr=1

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

1. «Электронная библиотека БашГУ» <https://elib.bashedu.ru>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.bashlib.ru/echitzal/>
3. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>
4. Электронно-библиотечная система «Электронный читальный зал»

Специального программного обеспечения не требуется.

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

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
1	2	3
Аудитория 318	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска.
Аудитория 318	Практические занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска.
Читальный зал №2 (физико-математический корпус)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.

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

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Теория функции комплексного переменного на 3 семестр
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	18
практических	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем), ФКР	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	27
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	43,8

Формы контроля:
экзамен 3 семестр

№ 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	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Комплексные числа, комплексная плоскость; модули и аргумент комплексного числа, их свойства. Числовые последовательности и их пределы, ряды; стереографическая проекция, ее свойства; предел последовательности комплексных чисел. Критерий Коши; множества на плоскости, области и кривые	1	1	2	[1]-[9]	[5]: 5, 8, 9(г, е), 10(в, д, з, л), 13, 15, 20, 30, 37, 38, 45, 47	Контрольная работа №1, теоретический опрос
2.	Функции комплексного переменного; предел функции; непрерывность, дифференцируемость по комплексному переменному. Условие Коши – Римана; аналитическая функция; геометрический смысл аргумента и модуля производной; понятие о конформном отображении.	2	2	3	[1]-[9]	[5]: 49 (г), 51, 55-56, 67-68, 70, 73, 77, 80	Контрольная работа №1, теоретический опрос
3.	Аналитические функции и их свойства. Конформные отображения	2	2	3	[1]-[10]	[5]: 368-370, 376-380, 386	Контрольная работа №1, теоретический опрос
4.	Интеграл по комплексному переменному, его простейшие свойства	2	2	3	[1]-[9]	[5]: 94-100	Теоретический опрос

5.	Теорема Коши. Интеграл Коши, интегральная формула Коши; Следствия из формулы Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитических функций	2	2	3	[1]-[9]	[5]: 123-127	Теоретический опрос
6.	Теорема единственности и принцип максимума модуля.	2	2	3	[1]-[9]		Теоретический опрос
7.	Комплексные числовые ряды. Сходимость. Последовательности и ряды аналитических функций в области. Равномерная сходимость. Критерий Коши; Теоремы Вейерштрасса о рядах аналитических функций.	2	2	3	[1]-[9]	[5]: 142-145, 154-156,	Контрольная работа №2, теоретический опрос
8.	Разложение аналитической функции в степенной ряд (ряд Тейлора аналитической функции). Ряд Лорана, область его сходимости; разложение аналитической функции в ряд Лорана,.	2	2	3	[1]-[9]	[5]: 164-167, 182-184	Контрольная работа №2, теоретический опрос
9.	Вычет аналитической функции в изолированной особой точке. Основная теорема теории вычетов.	2	2	3	[1]-[9]	[5]: 228-231, 240, 241, 248-250, 267-269	Контрольная работа №3, теоретический опрос
10	Вычисление определенных действительных интегралов с помощью вычетов.	1	1	3	[1]-[9]	[5]: 296-299, 307-310.	Контрольная работа №3, теоретический опрос
	Всего часов:	18	18	27			

Рейтинг – план дисциплины**Теория функции комплексного переменного**

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление подготовки 03.03.01 Прикладная математика и физикакурс 2, семестр 1

Рейтинг-план №1 (экзамен)

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1. Комплексные числа. Функции комплексного переменного.				
Текущий контроль			0	6
1. Теоретический опрос	2	3	0	6
Рубежный контроль			0	18
Контрольная работа №1	2	9	0	18
Модуль 2. Разложение аналитических функций в ряд				
Текущий контроль				6
1. Теоретический опрос	2	3	0	6
Рубежный контроль			0	14
Контрольная работа №2	2	7	0	14
Модуль 3. Вычеты.				
Текущий контроль			0	6
1. Теоретический опрос	2	3	0	6
Рубежный контроль			0	20
Контрольная работа №3	2	10	0	20
Поощрительные баллы				
1. Студенческая олимпиада или конкурс рефератов			0	5
2. Волонтерская работа при проведении олимпиад и конференций			0	5
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
Экзамен			0	30
Итого			0	110