

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского»**

**Высшая школа общей и прикладной физики**

(факультет)

УТВЕРЖДАЮ:

Декан ВШОПФ \_\_\_\_\_ К.И. Рыбаков

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

## **Рабочая программа дисциплины**

### **Теория функции комплексного переменного**

Уровень высшего образования  
бакалавриат

Направление подготовки / специальность  
03.03.02 Физика

Направленность образовательной программы  
профиль: Фундаментальная физика

Квалификация (степень)  
бакалавр

Форма обучения  
очная

Нижегород

2016

## 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория функции комплексного переменного» входит в модуль «Математика», который относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины, модули» ОПОП. Дисциплина является обязательной для освоения в третьем семестре второго года обучения в бакалавриате, соответственно.

**Целями освоения дисциплины являются:**

- формирование у студентов представления об основных понятиях и методах теории функций комплексного переменного;
- выработки умения применять полученные знания для решения задач, возникающих из различных разделов математики и физики;
- формирование у студентов общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 «Физика».

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<b>ОПК-2</b> 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 (этап освоения – базовый)	<i>З1 (ОПК-2) Знать</i> комплексные числа и операции с ними; свойства дифференцируемых и аналитических функций комплексного переменного; криволинейные интегралы функций комплексного переменного; ряды Тейлора и Лорана функций комплексного переменного; особые точки функций комплексного переменного; теорию вычетов и ее применение в вычислении некоторых типов интегралов функций действительного переменного; основы теории конформных отображений и их применение к решению уравнений в частных производных; основы операционного исчисления; основы асимптотической оценки интегралов <i>У1 (ОПК-2) Уметь</i> применять методы теории функций комплексного переменного для вычисления интегралов, решения уравнений в частных производных, решения дифференциальных уравнений методами операционного исчисления, применять метод перевала для асимптотической оценки интегралов. <i>В1 (ОПК-2) Владеть</i> навыками работы с комплексными числами, аппаратом конформных отображений, аппаратом операционного исчисления для решения обыкновенных дифференциальных уравнений, методами нахождения интегралов с использованием теории вычетов.

## 3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часа, из которых 82 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 48 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия), 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 54 часов подготовка к экзамену, 44 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

### Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,  форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Понятие комплексных чисел и стереографическая проекция	8	1	4		5	3
Последовательности и ряды комплексных чисел, множества и кривые на комплексной плоскости	8	1	4		5	3
Функции комплексного переменного, дифференцируемость, геометрический смысл производной	10	3	4		7	3
Интегрирование функций комплексного переменного	10	3	4		7	3
Функциональные ряды, степенные ряды, ряд Тейлора, теорема единственности	10	3	4		7	3
Аналитическое продолжение	10	3	4		7	3
Ряд Лорана для функций комплексного переменного	14	3	4		7	7
Особые точки аналитических функций	10	3	4		7	3
Теория вычетов	14	3	4		7	7
Конформные отображения	10	3	4		7	3
Основы операционного исчисления	10	3	4		7	3
Основы асимптотических оценок интегралов на примере метода перевала	10	3	4		7	3
в т.ч.текущий контроль			8			
Промежуточная аттестация – Экзамен					2	54

Текущий контроль успеваемости осуществляется в виде решений и последующей проверки домашних контрольных работ, а также в рамках занятий практического и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций. Итоговый контроль осуществляется на экзамене.

#### 4. Образовательные технологии

При изучении дисциплины используются современные образовательные технологии. Предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, тренинги по решению практических задач) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) по дисциплине проходит в форме лекций и практических занятий, а также в виде коллективных и индивидуальных консультаций. На занятиях лекционного типа используются мультимедийные средства поддержки образовательного процесса, часть занятий проводятся в виде лекций с проблемным изложением материала. На занятиях практического типа разбираются решения задач различной степени сложности, проводятся обсуждения рассматриваемых проблем в свете последних научных достижений в данной области. Студенты работают как индивидуально, так и коллективно.

Самостоятельная работа включает в себя выполнение домашних контрольных работ и теоретическую подготовку к занятиям по материалам лекций и рекомендованной литературе, приведенной в конце данной программы. Кроме того, студенты имеют возможность принимать участие в семинарах с представителями российских и зарубежных научных организаций, проводимых в Федеральном исследовательском центре Институт прикладной физики Российской академии наук.

Формой итогового контроля знаний студентов по дисциплине является экзамен, в ходе которого оценивается уровень теоретических знаний и навыки решения практических задач.

## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студента – неотъемлемая часть подготовки высококвалифицированного специалиста в соответствующей области. Ее цель – формирование у студентов способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного и дополнительного материала, решение домашних контрольных работ с последующей проверкой навыков решения задач.

Проработка лекционного материала осуществляется еженедельно после проведения аудиторных занятий в рамках часов, отведенных студентам на самостоятельную работу. Кроме того, работа с лекционным и дополнительным материалом (рекомендованной литературой, приведенной в конце данной программы) проводится в период сессии при подготовке к экзамену по дисциплине.

Выполнение домашних контрольных работ осуществляется еженедельно или раз в две недели в соответствии с графиком изучения соответствующего лекционного материала и проведения практических занятий по соответствующей тематике.

Задачи для выполнения самостоятельных контрольных работ по каждому разделу дисциплины составляются преподавателем самостоятельно при ежегодном обновлении банка тестовых заданий. Количество вариантов зависит от числа обучающихся.

**Типовые задачи**, предлагаемые студентам в качестве домашних контрольных работ:

1. Представить в алгебраической форме  $\frac{(1+i)^{100}}{(1-i)^{96} - i(1+i)^{98}}$ .
2. Конформно отобразить область  $\{|z| > 1, |z+1| < 1, \operatorname{Im} z < 0\}$  на верхнюю полуплоскость  $\operatorname{Im} w > 0$ .
3. Найти интеграл  $\int_C |z| \bar{z} dz$ , где  $C$  - проходимая против часовой стрелки дуга окружности  $\{|z| = 4, \operatorname{Re} z \geq 0\}$ .
3. Найти интеграл  $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x \sin \frac{x}{2}}{x^4 + 16} dx$
4. Операционным методом найти решение дифференциального уравнения  $x'' + x' = 4 \sin^2 t$ , удовлетворяющее начальным условиям  $x(0) = 0, x'(0) = -1$ .

**6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине,**  
включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

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.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«незачет»		«зачет»				
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Знания</u> Знать комплексные числа и операции с ними; свойства дифференцируемых и аналитических функций комплексного переменного; криволинейные интегралы функций комплексного переменного; ряды Тейлора и Лорана функций комплексного переменного; особые точки функций комплексного переменного; теорию вычетов и ее применение в вычислении некоторых типов интегралов функ-	отсутствие знаний материала	наличие грубых ошибок в основном материале	знание основного материала с рядом негрубых ошибок	знание основного материала с рядом заметных погрешностей	знание основного материала с незначительными погрешностями	знание основного материала без ошибок и погрешностей	знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей

ций действительного переменного; основы теории конформных отображений и их применение к решению уравнений в частных производных; основы операционного исчисления; основы асимптотической оценки интегралов..							
<u>Умения</u> Уметь применять методы теории функций комплексного переменного для вычисления интегралов, решения уравнений в частных производных, решения дифференциальных уравнений методами операционного исчисления, применять метод перевала для асимптотической оценки интегралов.	Полное отсутствие умения применять методы теории функций комплексного переменного	Неумение применять основные методы теории функций комплексного переменного (демонстрация грубых ошибок, противоречащих основным законам)	Умение применять основные методы теории функций комплексного переменного в стандартной ситуации с негрубыми ошибками	Умение применять все изученные методы теории функций комплексного переменного в стандартной ситуации с негрубыми ошибками	Умение применять все изученные методы теории функций комплексного переменного в стандартной ситуации с незначительными погрешностями	Умение применять все изученные методы теории функций комплексного переменного в стандартной ситуации и в задачах повышенной сложности с незначительными погрешностями	Умение применять все изученные методы теории функций комплексного переменного в стандартной ситуации и в задачах повышенной сложности
<u>Навыки</u> Владеть навыками работы с комплексными числами, аппаратом конформных отображений, аппаратом операционного исчисления для решения обыкновенных дифференциальных уравнений, методами нахождения интегралов с использованием теории вычетов.	Полное отсутствия владения аппаратом теории функции комплексного переменного	Не владение аппаратом теории функции комплексного переменного (демонстрация грубых ошибок, противоречащих основным понятиям и утверждениям)	Владение стандартным аппаратом теории функции комплексного переменного по основным разделам курса с негрубыми ошибками	Владение стандартным аппаратом теории функции комплексного переменного по всем разделам курса с негрубыми ошибками	Владение стандартным аппаратом теории функции комплексного переменного по всем разделам курса с незначительными погрешностями	Владение стандартным аппаратом теории функции комплексного переменного и его применение для задач повышенной сложности с незначительными погрешностями	Владение стандартным аппаратом теории функции комплексного переменного и его применение для задач повышенной сложности
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

## 6.2. Описание шкал оценивания

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в устной форме. Устная часть экзамена заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и в последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть экзамена предусматривает решение двух задач по различным разделам курса.

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом. Студент дает полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета; точно отвечает на дополнительные вопросы; приводит исчерпывающие, аргументированные решения всех сформулированных в билете задач. Изложение решений и полученные ответы отличаются логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание общефизических и профессиональных дисциплин, умение уверенно применять на практике приобретенные навыки, владение в полной мере методиками решения задач. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий
Отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дает полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета; точно отвечает на дополнительные вопросы; приводит почти полные, аргументированные решения всех сформулированных в билете задач с незначительными недочетами. Изложение решений и полученные ответы отличаются логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание общефизических и профессиональных дисциплин, умение применять на практике приобретенные навыки, владение методиками решения задач. Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше
Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета с небольшими неточностями; неполно отвечает на дополнительные вопросы; приводит достаточно аргументированные и почти полные решения всех сформулированных в билете задач с незначительными недочетами; или исчерпывающее решение приводится только для одной из двух задач билета, а вторая задача решена с заметными недочетами. Изложение решений и полученные ответы отличаются логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание общефизических и профессиональных дисциплин, умение применять на практике приобретенные навыки, владение основными методиками решения задач. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.
Хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета с небольшими неточностями, допускает ошибки при ответах на дополнительные вопросы; приводит почти полные решения всех сформулированных в билете задач с некоторыми недочетами; или исчерпы-

	<p>вающее решение приведено только для одной из двух задач билета, а вторая задача решена со значительными погрешностями. Изложение решений и полученные ответы отличаются логической последовательностью, достаточной четкостью в выражении мыслей и не всегда полной обоснованностью выводов, демонстрирующих, в целом, знание общефизических и профессиональных дисциплин, умение применять на практике приобретенные навыки, владение основными методиками решения задач.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.</p>
Удовлетворительно	<p>Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, допускает ошибки при ответах на дополнительные вопросы; приводит неполные, слабо аргументированные решения всех сформулированных в билете задач. Изложение решений и полученные ответы не отличаются стройной логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, что говорит о не достаточно полном понимании общефизических и профессиональных дисциплин, умении применять на практике лишь некоторые приобретенные навыки, владении не всеми изученными методиками решения задач.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.</p>
Неудовлетворительно	<p>Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора; приводит решения сформулированных в билете задач с грубыми недочетами, что говорит о недостатке знаний по общефизическим и профессиональным дисциплинам, отсутствии умения применять на практике приобретенные навыки, не владение методиками решения задач.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.</p>
Плохо	<p>Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы, демонстрирует полное непонимание сформулированных в билете задач.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.</p>

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- индивидуальное собеседование,
- устные и/или письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающие одну или несколько задач.

По сложности ПКЗ разделяются на простые (стандартные) и комплексные задания. Простые ПКЗ предполагают решение в одно или два действия, применяются для оценки умений. Комплексные задания (задания повышенной сложности) требуют поэтапного решения и развернутого ответа с применением нестандартных подходов к решению. Комплексные практические задания применяются для оценки владений.



6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

**Теоретические вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:**

1. Комплексные числа. Действительная и мнимая части комплексного числа. Модуль и аргумент комплексного числа. Арифметические действия с комплексными числами и их геометрический смысл.
2. Корни из комплексных чисел. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы записи комплексных чисел. Возведение в комплексную степень.
3. Последовательности комплексных чисел. Предел. Ограниченность. Покоординатная сходимость. Свойства модулей и аргументов сходящихся последовательностей. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Критерий Коши.
4. Ряды комплексных чисел. Абсолютная и условная сходимость. Критерий Коши. Необходимое условие сходимости. Сходимость абсолютно сходящегося ряда.
5. Расширенная комплексная плоскость. Сфера Римана. Стереографическая проекция. Образы прямых и окружностей при стереографической проекции.
6. Кривые на комплексной плоскости. Простая кривая. Замкнутая кривая. Неограниченная кривая. Спрямолинейная и кусочно-гладкая кривые.
7. Множества на комплексной плоскости. Открытые, замкнутые, ограниченные и неограниченные множества. Граница множества. Предельные точки множества. Связное множество. Область. Односвязная и  $n$ -связная область. Компактное множество на комплексной плоскости.
8. Функции комплексной переменной. Предел. Непрерывность и равномерная непрерывность. Непрерывность действительной и мнимой части, модуля и аргумента непрерывной функции комплексного переменного. Теорема Кантора.
9. Дифференцируемость функций комплексной переменной. Условия Коши-Римана. Примеры. Гармонические и сопряженные функции.
10. Дифференцируемость основных функций ( $e^z$ ,  $\sin z$ ,  $\cos z$ ), рациональных и других элементарных функций. Теорема о существовании дифференцируемой функции комплексного переменного по заданной действительной (мнимой) части.
11. Геометрический смысл производной. Теорема об обратной функции.
12. Интегрирование функций комплексного переменного. Формула для вычисления интеграла с помощью параметризации. Неравенства. Определение несобственного интеграла.
13. Теорема о возможности аппроксимировать интеграл по кривой интегралом по ломаной. Теорема об аппроксимации интеграла по границе области.
14. Интегральная теорема Коши. Следствия.
15. Интеграл и первообразная. Теорема о первообразной.
16. Интегральная формула Коши. Теорема о среднем для функции комплексного переменного и гармонической функции.
17. Принцип максимума гармонической функции и принцип максимума модуля дифференцируемой функции.
18. Функциональные ряды. Равномерная сходимость. Критерий Коши. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости.
19. Непрерывность суммы равномерно сходящегося ряда непрерывных функций.
20. Почленное интегрирование равномерно сходящегося ряда.

21. Степенные ряды. Теорема Абеля. Радиус сходимости степенного ряда.
22. Регулярные функции. Основной критерий регулярности. Оценка радиуса сходимости степенного ряда регулярной функции.
23. Почленное дифференцирование степенного ряда. Единственность разложения функции в степенной ряд. Ряд Тейлора.
24. Формулы для коэффициентов ряда Тейлора. Основные разложения ( $\sin z$ ,  $\cos z$ ,  $e^z$ ,  $(1+z)^k$ ,  $k \in \mathbb{Z}$ ).
25. Интегральное представление производных регулярной функции.
26. Неравенство Коши. Бесконечная дифференцируемость дифференцируемой и гармонической функций.
27. Целые функции. Теорема Лиувилля. Основная теорема высшей алгебры (про один корень). Теорема Морера.
28. Теорема Вейерштрасса о почленном дифференцировании функционального ряда.
29. Теорема единственности. Понятие аналитического продолжения.
30. Принцип аналитического продолжения. Аналитические продолжения элементарных функций и соотношений.
31. Правильные и особые точки. Теорема о том, что на границе сходимости степенного ряда лежит особая точка функции.
32. Аналитическое продолжение вдоль кривой. Функции, аналитические на кривой и в области. Аналитические функции  $\ln z$  и  $z^\alpha$ . Точки ветвления.
33. Ряд Лорана. Регулярность суммы ряда Лорана. Теорема Лорана. Неравенство Коши для коэффициентов ряда Лорана.
34. Изолированные особые точки однозначного характера. Теорема о главной части ряда Лорана в окрестности устранимой точки. Следствие. Классификация особых точек.
35. Нули регулярных функций. Вид регулярной функции в окрестности нуля. Полюса. Порядок полюса. Вид ряда Лорана в окрестности полюса.
36. Существенно особые точки. Вид ряда Лорана в окрестности существенно особой точки. Теорема Сохоцкого-Вейерштрасса. Теорема Пикара.
37. Мероморфные функции. Теорема о разложении мероморфной функции.
38. Вычеты. Основная теорема о вычетах. Следствие. Теорема о вычетах для области, содержащей бесконечность.
39. Лемма Жордана.
40. Принцип аргумента. Теорема Руше. Основная теорема высшей алгебры (для нескольких корней).
41. Определение конформного отображения.
42. Свойства конформных отображений. Принцип сохранения области.
43. Однолиственность функции в точке. Локальный критерий однолиственности. Необходимые и достаточные условия однолиственности функции в полюсе и в бесконечности.
44. Принцип соответствия границ. Критерий однолиственности функции в области. Теорема Римана.
45. Линейная функция. Дробно-линейная функция.
46. Круговое свойство дробно-линейных отображений. Единственность дробно-линейного отображения, переводящего три заданные точки в три заданные точки.
47. Симметричные точки. Сохранение симметрии при дробно-линейных отображениях.
48. Основные свойства степенной функции и функции Жуковского.
49. Круговые луночки. Показательная функция.

50. Задача Дирихле для уравнения Лапласа. Существование и единственность решения.
51. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа для круга и полуплоскости.
52. Интегралы, зависящие от параметра. Теоремы о непрерывности, регулярности функции, заданной интегралом, зависящим от параметра.
53. Интегрирование под знаком интеграла.
54. Преобразование Лапласа. Свойства изображений.
55. Свойства преобразования Лапласа (линейность, теорема подобия, изображение производной, интегрирование оригинала, интегрирование и дифференцирование изображения, теорема запаздывания, теорема смещения, теорема свертки).
56. Формула Меллина.
57. Достаточные условия существования оригинала. Нахождение оригинала с помощью вычетов.
58. Метод Лапласа асимптотической оценки интегралов. Формула Стирлинга. Метод перевала. Поведение гармонической функции в окрестности седловой точки. Пример применения метода перевала.

**Типовые задачи для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:**

Для оценки сформированности компетенции 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:

Задача 1 Представить в алгебраической форме  $\frac{(1+i)^{100}}{(1-i)^{96} - i(1+i)^{98}}$ .

Задача 2 Конформно отобразить область  $\{|z| > 1, |z+1| < 1, \operatorname{Im} z < 0\}$  на верхнюю полуплоскость  $\operatorname{Im} w > 0$ .

Задача 3 Найти интеграл  $\int_C |z| \bar{z} dz$ , где  $C$  - проходимая против часовой стрелки дуга окружности  $\{|z| = 4, \operatorname{Re} z \geq 0\}$ .

Задача 4 Найти интеграл  $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x \sin \frac{x}{2}}{x^4 + 16} dx$

Задача 5 Операционным методом найти решение дифференциального уравнения  $x'' + x' = 4 \sin^2 t$ , удовлетворяющее начальным условиям  $x(0) = 0, x'(0) = -1$ .

Задача 6 Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа для круга и полуплоскости.

Задача 7 Примеры применения теории вычетов к вычислению интегралов функций действительного переменного типа  $\int_{-\infty}^{+\infty} R(x) dx$  и  $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{iax} R(x) dx$ , где  $R(x)$  – рациональная функция.

Задача 8 Примеры применения теории вычетов к вычислению интегралов функций действительного переменного, сводящиеся к вычислению интегралов от многозначных функций.

Задача 8 Примеры применения теоремы Руше и принципа аргумента для локализации корней полинома.

Задача 9                      Примеры применения операционного исчисления при решении дифференциальных уравнений.

Задача 10                      Пример применения метод перевала для асимптотической оценки цилиндрических функций первого рода.

## 6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Теория функции комплексного переменного»

а) основная литература:

1. Л.И. Волковыский, Г.Л. Лунц, И.Г. Араманович. Сборник задач по теории функций комплексного переменного. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 312 с. – 37 экз.
2. Сидоров Ю.В., Федорюк М.В., Шабунин М.И. Лекции по теории функций комплексного переменного. - М.: Наука, 1989. - 477 с. – 35 экз.
3. А.Г.Свешников, А.Н.Тихонов. Теория функций комплексной переменной. М.: Физматлит, 2010. - 336 с. — Режим доступа: ЭБС «Консультант студента»  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922101332.html>

б) дополнительная литература:

1. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. — М.: Наука, 1973 -736 с. -30 экз.
2. Теория функций комплексного переменного. Карасёв И. П. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. -216 с. - Режим доступа: ЭБС «Консультант студента»  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109604.html>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Учебно-образовательная физико-математическая библиотека EqWorld  
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/complex.htm>
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
[http://window.edu.ru/catalog/resources?p\\_rubr=2.2.74.12.55](http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.74.12.55)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для проведения лекций и практических занятий требуется типовое оборудование лекционной аудитории.

Для подготовки самостоятельных контрольных работ и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных

возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная физика».

Автор \_\_\_\_\_ Т.В. Медведев

Рецензент \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой дифференциальных  
уравнений, математического и численного  
анализа ИТММ ННГУ \_\_\_\_\_

Программа одобрена на заседании методической кафедры дифференциальных уравнений, математического и численного анализа  
от \_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Председатель методической комиссии \_\_\_\_\_