

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина»

Институт радиоэлектроники и информационных технологий - РИИТ  
Департамент информационных технологий и автоматики



УТВЕРЖДАЮ  
Директор по учебной работе

С.Т. Князев

2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ


ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО

Рекомендована учебно-методическим советом Физико-технологического института  
для направлений подготовки и специальностей:


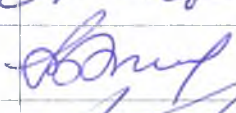

Код ОП	Направление/ Специальность	Направленность (профиль) программы магистратуры/ специализации	Номер учебного плана	Код дисциплины по учебному плану
14.05.01/02.01	Ядерные реакторы и материалы	Ядерные реакторы и материалы	5242	Б1.18
14.05.03/02.01	Технологии разделения изотопов и ядерное топливо	Технологии разделения изотопов и ядерное топливо	5224	Б1.18
14.05.04/02.01	Электроника и автоматика физических установок	Электроника и автоматика физических установок	5181	Б1.12

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Чуксина Н.В.	к.ф.-м.н.	доцент	Департамент информационных технологий и автоматике	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой	Подпись
1	Департамент информационных технологий и автоматике	11.04.18	№4	К.А. Аксенов	
2	Кафедра технической физики	01.03.18	№3	В.И. Токманцев	
3	Кафедра экспериментальной физики	15.02.18	№2	В.Ю. Иванов	

Согласовано:

Начальник отдела проектирования образовательных программ и организации учебного процесса



Р.Х. Токарева

Председатель учебно-методического совета ФТИ  
Протокол № 1 от 12.03.18 г.



В.В. Зверев



# 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО»

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
14.05.01	Ядерные реакторы и материалы	03.09.2016	№ 956
14.05.03	Технологии разделения изотопов и ядерное топливо	17.10.2016	№ 1292
14.05.04	Электроника и автоматика физических установок	11.08.2016	№ 1414-дсп

## 1.1. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций:

Код ОП	<b>общекультурные компетенции (ОК) в соответствии с ФГОС ВО; общепрофессиональные компетенции (ОПК) в соответствии с ФГОС ВО; профессиональные компетенции (ПК) в соответствии с ФГОС ВО; дополнительные профессиональные компетенции (ДПК) по предложениям работодателей</b>
14.05.01/02.01	– способность создавать теоретические и математические модели, описывающие нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов (ПК-1); – умение выполнять физическое и математическое моделирование конструкторских разработок и технических режимов (ДПК2).
14.05.03/02.01	– готовностью к проведению самостоятельных научно-исследовательских работ в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, конденсированного состояния вещества, разделения изотопов, физического материаловедения, экологии, требующих широкой фундаментальной междисциплинарной подготовки и владения навыками современных экспериментальных методов (ПК-1); – способностью применять экспериментальные, теоретические и расчетные (компьютерные) методы исследований в профессиональной области (ПК-2); – способностью к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества или процессы в реакторах, ускорителях, масс-спектрометрах или воздействие ионизирующего излучения на человека и биологические структуры (ПК-3); – способностью проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований (ПК-9);
14.05.04/02.01	– способность к логическому мышлению, обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке

	<p>исследовательских задач и выбору путей их решения (ОК-9);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, развивать социальные и профессиональные компетенции, изменять вид и характер своей профессиональной деятельности (ОК-10);</li> <li>– способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и выработки решения (ОПК-1);</li> <li>– способность применять математический аппарат и вычислительную технику для решения профессиональных задач (ОПК-2);</li> <li>– способность применять методы научно-исследовательской и практической деятельности (ОПК-5);</li> <li>– способность создавать теоретические и математические модели, описывающие нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов (ПК-1);</li> <li>– способность самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования (ПК-6).</li> </ul>
--	---

## 1.2. Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины студент должен:

### Знать:

- основные понятия и методы теории функций комплексного переменного;
- основные понятия и методы операционного исчисления.

### Уметь:

- понять поставленную задачу;
- формулировать результат;
- применять функции комплексного переменного и операционное исчисление при исследовании реальных физических процессов;
- переходить от предметной, прикладной постановки задачи к выбору подходящей математической модели, ставить соответствующую математическую задачу, выбирать и реализовывать подходящий метод решения и проводить анализ полученных результатов.

### Владеть:

- исследовательскими навыками;
- навыками практического использования математического аппарата для решения конкретных задач;
- способами обработки исходных данных и перевода первичной информации на профессиональный язык.

## 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

[описание междисциплинарных связей в структуре образовательной программы в соответствии с ОХОП (табл.3)]

1. Пререквизиты	Математический анализ, алгебра и геометрия, векторный
-----------------	---

	анализ
2. Кореквизиты*	Линейная алгебра и тензоры
3. Постреквизиты*	Электротехника, теплофизика

#### 1.4. Объем (трудоемкость) дисциплины (очная форма обучения)

Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
	Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	3
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
Лекции	34	34	34
Практические занятия	51	51	51
Лабораторные работы	0	0	0
<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации, час.</b>	<b>77</b>	<b>12,75</b>	<b>77</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	<b>2,33</b>	<b>Экзамен, 18</b>
<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>180</b>	<b>100,08</b>	<b>180</b>
<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>5</b>		<b>5</b>

#### 1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины

В курсе «Функции комплексного переменного» изучается дифференциальное и интегральное исчисление функций комплексного переменного, элементы операционного исчисления и их применение к решению различных типов задач, таких как вычисление несобственных интегралов, решение дифференциальных и интегральных уравнений, решение систем дифференциальных уравнений.

Данная дисциплина относится к базовой части естественно-научного цикла и тесно связана с другими разделами математики. Функции комплексного переменного и операционное исчисление являются частью общего курса математики и играют важную роль при изучении общетеоретических и специальных дисциплин.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р 1	Элементарные функции комплексного переменного.	Комплексные числа, основные элементарные функции.
Р 2	Дифференцирование и интегрирование функции комплексного переменного	Предел, непрерывность, дифференцируемость функции комплексного переменного. Аналитические функции. Определение интеграла по дуге, его свойства, способы вычисления. Теоремы Коши.
Р 3	Ряды Тейлора и Лорана. Вычеты и их применения	Числовые, степенные ряды в комплексной области. Разложение функции в ряд Тейлора и Лорана. Особые точки и вычеты в них. Способы вычисления

		вычетов и их применения к вычислению интегралов.
<b>Р 4</b>	Операционное исчисление.	Оригинал и его изображение. Преобразование Лапласа и его применения. Преобразования Фурье и Радона.

### **3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (очная форма обучения)**

**3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для [очная форма обучения]**



## 4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1. Лабораторный практикум

Не предусмотрено

### 4.2. Практические занятия

Код раздела	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1.1	Элементарные функции комплексного переменного $e^z$ , $\cos z$ , $\sin z$ , $\operatorname{sh} z$ , $\operatorname{ch} z$ , $\operatorname{Ln} z$ , $z^a$ , $a^z$ : их определения и свойства.	4
P1.2	Предел и непрерывность функции комплексного переменного. Дифференцируемость ФКП	2
P2.1	Аналитические функции и их свойства. Геометрический смысл аргумента и модуля производной. Понятие конформного отображения.	4
P2.2.	Интегрирование функции комплексного переменного.	2
P2.3	Теорема Коши для односвязной и многосвязной областей. Интегральные формулы Коши.	4
P3.1	Числовые, степенные, функциональные ряды в комплексной области.	2
P3.2	Разложение функции в ряд Тейлора и в ряд Лорана.	2
P3.3	Определение нуля, его кратности. Особые точки ФКП.	2
P3.4	Классификация особых точек (через предел и через ряд Лорана). Связь нулей и полюсов. Вычет и его вычисление.	2
P3.5	Приложение теории вычетов к вычислению интегралов по замкнутому контуру.	4
P3.5	Приложение теории вычетов к вычислению несобственных интегралов.	4
P4.1	Преобразование Лапласа. Оригинал и его изображение. Отыскание изображений.	4
P4.2	Восстановление оригинала по его изображению.	4
P4.3	Решение линейных дифференциальных уравнений операционным методом.	2
P4.4	Решение систем линейных дифференциальных уравнений операционным методом.	2
P4.5	Решение интегрального уравнения типа свертки, вычисление несобственных интегралов.	3
P4.6	Преобразование Фурье и Радона.	4
<b>Всего:</b>		<b>51</b>

### 4.3. Самостоятельная работа студентов



- 4.3.1. *Примерный перечень тем домашних работ*  
Не предусмотрено
- 4.3.2. *Примерный перечень тем графических работ*  
Не предусмотрено
- 4.3.3. *Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)*  
Не предусмотрено
- 4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)*  
1. Дифференцирование и интегрирование функции комплексного переменного.  
2. Ряды Тейлора и Лорана. Вычеты и их применение.
- 4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*  
1. Операционное исчисление.
- 4.3.6. *Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)*  
Не предусмотрено.
- 4.3.7. *Примерный перечень тем контрольных работ*  
1. Элементарные ФКП. Дифференцирование.  
2. Интегрирование ФКП. Вычеты и их применение.  
3. Применение операционного исчисления.
- 4.3.8. *Примерная тематика коллоквиумов*  
Не предусмотрено.

## 5 СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

[указываются методы обучения, используемые в процессе освоения дисциплины, ненужные строки удаляются]

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы											
		Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	для семинар, семинар-конференция,	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1-P4	Методы активного обучения												
	Проектная работа								*				
	Командная работа	*	*										
	Методы проблемного обучения	*	*						*	*		*	

## 6 ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины в рамках учебного плана – к дисц.= 1.**  
В том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – не предусмотрено

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0,8</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Контрольная работа №1	III, 5	30
Контрольная работа №2	III, 10	30
Контрольная работа №3	III, 15	30
Миниконтроль	III, 1-17	10
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.= 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.= 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. = 0,2</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Расчетная работа «Дифференцирование и интегрирование функции комплексного переменного»	III, 1-6	30
Расчетная работа «Ряды Тейлора и Лорана. Вычеты и их применение»	III, 7-10	30
Расчетно-графическая работа «Операционное исчисление»	III, 11-16	30
Работа на занятии	III, 1-17	10
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – к тек.прак.= 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – к пром.прак. = 0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы**  
Не предусмотрено

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре – к сем. п</b>
Семестр 3	1

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Краснов М.Л. Функции комплексного переменного. Задачи и примеры с подробными решениями : учеб. пособие для студентов вузов / М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко .— Изд. 5-е, испр. — Москва : ЛИБРОКОМ, 2010 .— 205 с. <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=464235>>.
2. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике. Полный курс / Дмитрий Письменный .— 6-е изд., испр. — Москва : Айрис пресс, 2008 .— 608 с. 40 экз

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов: . — Москва : Лань, 2010. — 608 с. <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=678](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=678)>
2. Зельдович Я.Б., Мышкис А.Д. Элементы прикладной математики /Зельдович Я.Б., А.Д. Мышкис. СПб: Изд-во «Лань», 2002. 592 с. <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459823>>.
3. Мышкис А.Д. Математика для технических вузов. Москва: Лань, 2009 .— 640 с. <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=282](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=282)>.
4. Пантелеев А. В. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах./ А.В. Пантелеев, А.С. Якимова. М.: Высшая школа, 2001. 445 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=67463](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67463)
5. Шабунин М.И., Сидоров Ю.В. Теория функций комплексного переменного. М.: Юнимедиастилл, 2002. 248 с. 45 экз
6. Эйдерман В.Я. Основы функций комплексного переменного и операционное исчисление. М.: Физматлит, 2004. 256 с. <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2146](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2146)>.

#### 7.1.3. Методические разработки

1. Минькова Р.М. Функции комплексного переменного и операционное исчисление. /Р.М. Минькова. Екатеринбург: ГОУ-ВПО УГТУ-УПИ, 2013. 98 с.
2. Функции комплексного переменного и операционное исчисление: сборник типовых заданий / под редакцией Р.М. Миньковой. Екатеринбург: ГОУ-ВПО УГТУ-УПИ, 2013. 41с.
3. Минькова Р.М. Функции комплексного переменного в примерах и задачах. /Р.М. Минькова. Екатеринбург: ФГАОУ-ВПО УрФУ, 2013. 45 с.

### 7.2. Программное обеспечение

Издательская система LaTeX (свободное ПО)  
Microsoft Office Standard 2013

### 7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.intuit.ru/> - Национальный открытый университет «ИНТУИТ».
2. <http://www.edu.ru> – Федеральный портал. Российское образование.
3. <http://edu.urfu.ru/> - Образовательный портал УрФУ.

4. <http://www.testor.ru/page.aspx> - Портал поддержки образования в Российской Федерации Testor.ru

#### 7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. УМК-Д №12024. Минькова Р.М., Успенская Е.А. Функции комплексного переменного <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/12024>
2. УМК-Д №13033. Минькова Р.М. Функции комплексного переменного в примерах и задачах. <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13033>

#### 7.5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

*Рекомендации для преподавателя включают в себя следующее:*

- 1) корректировку методики изложения курса: структуры и последовательности изложения материала; составление тестовых заданий, контрольных вопросов;
- 2) корректировку методики проведения практических занятий;
- 3) корректировку методики самостоятельной работы студентов;
- 4) корректировку структуры, содержания курса.

*Рекомендации для студента включают в себя следующее:*

- 1) посещение лекций, подготовка к практическим занятиям;
- 2) активную работу на практических занятиях;
- 3) выполнение индивидуальных заданий, расчетно-графических работ.

### 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные	Студент умеет самостоятельно	Студент умеет самостоятельно

	действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## 8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Не предусмотрено.

## 8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.3.1. Примерные задания для проведения контрольных в рамках учебных занятий.

1. Проверить аналитичность функций: а)  $\bar{z}$ ; б)  $\operatorname{sh} z$ .
2. Найти, если возможно, аналитическую функцию  $f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$ , для которой

$$f(1) = 0, \quad v = 1 - \frac{x}{x^2 + y^2}.$$

3. Вычислить интегралы:

а)  $\int_C (2i + 5 - 3\bar{z}) dz$ ,  $C$  – отрезок прямой, соединяющий точки  $(1 + 2i)$  и  $(2 + 4i)$ ;

б)  $\oint_{\gamma} \frac{dz}{(z^2 - 3z + 2)^2}$ ,  $\gamma: z = 3 + 4e^{i\varphi}$ ;

в)  $\int_C e^{3z} dz$ ,  $C$  – дуга параболы  $y = x^2$ , соединяющая точки  $z = 0$ ,  $z = 1 + i$ .

4. Найти оригинал по заданному изображению:  $F(p) = \frac{1}{(p^2 - 1)(p^2 + 4)}$ .

### 8.3.2. Примерные задания в составе расчетных работ.

1. Разложить функцию  $f(z) = \frac{z}{z-2}$  в ряд Тейлора в окрестности точки  $z_0 = 4$ .
2. Разложить функцию  $f(z) = \frac{1}{z^2 - 6z + 8}$  в ряд Лорана в окрестности особой точки  $z_0 = 2$ .  
Указать область сходимости, установить тип особой точки.
3. Для указанных функций определить все особые точки, установить их характер и найти вычеты:
  - а)  $\cos(z-2i)\cos\frac{1}{(z-2i)}$ ;      б)  $\frac{1}{z^2(1-z^2)}$ .
4. Вычислить интегралы:
  - а)  $\oint_{|z|=5} \frac{e^z dz}{(\pi i - z)^4}$ ;    б)  $\oint_{z=2e^{i\phi}+i} \frac{dz}{z^3(z^2+4)^2}$ ,  $(0 \leq \phi \leq 2\pi)$ ;
5. Вычислить интегралы  $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x^2 - x + 2}{x^4 + 10x^2 + 9} dx$ ,  $\int_0^{+\infty} \frac{x \sin 3x}{(x^2 + 4)^2} dx$ .

### 8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не используются.

### 8.3.5. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

### 8.3.6. Перечень примерных вопросов для экзамена

#### *Раздел 1.* Функции комплексного переменного

- 1.1. Определение, геометрическое представление.
- 1.2. Функции  $e^z$ ,  $\cos z$ ,  $\sin z$  : определение, свойства, формулы Эйлера.
- 1.3. Функции  $\operatorname{sh} z$ ,  $\operatorname{ch} z$ ,  $\operatorname{Ln} z$ ,  $z^a$ ,  $a^z$  : их определения и свойства.
- 1.4. Предел и непрерывность функции комплексного переменного.
- 1.5. Производная ФКП. Критерий дифференцируемости ФКП (условия Коши-Римана).  
Формулы для вычисления производной. Производные функций  $e^z$ ,  $\cos z$ ,  $\sin z$ ,  $\operatorname{ch} z$ ,  $\operatorname{sh} z$ ,  $\operatorname{Ln} z$ .
- 1.6. Аналитические функции и их свойства.
- 1.7. Геометрический смысл аргумента и модуля производной. Понятие конформного отображения.

#### *Раздел 2.* Интегрирование функции комплексного переменного

- 2.1. Определение интеграла по дуге, его свойства, способы вычисления.
- 2.2. Теорема Коши для односвязной и многосвязной областей.

#### *Раздел 3.* Ряды в комплексной области. Особые точки ФКП и вычеты

- 3.1. Числовые, степенные, функциональные ряды в комплексной области.
- 3.2. Разложение функции, аналитической в круге, в ряд Тейлора.
- 3.3. Разложение функции, аналитической в кольце, в ряд Лорана.
- 3.4. Определение нуля, его кратности; критерий кратности нуля.
- 3.5. Классификация особых точек (через предел и через ряд Лорана).
- 3.6. Связь нулей и полюсов.
- 3.7. Понятие вычета. Способы вычисления вычета.
- 3.8. Приложение теории вычетов к вычислению интегралов вида

$$\oint_L f(z)dz, \int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx, \int_{-\infty}^{+\infty} f(x)e^{iax}dx, \int_{-\infty}^{+\infty} f(x)\cos(ax)dx, \int_{-\infty}^{+\infty} f(x)\sin(ax)dx.$$

#### Раздел 4. Преобразование Лапласа

- 4.1. Определение оригинала, его свойства.
- 4.2. Определение изображения; его существование и аналитичность.
- 4.3. Свойства изображений: свойства линейности, подобия, дифференцирования и интегрирования оригинала и изображения, изображение периодического оригинала. Теоремы о запаздывании оригинала и о смещении изображения.
- 4.4. Свертка двух функций, ее свойства и изображение. Формула Дюамеля.
- 4.5. Восстановление оригинала по его изображению.
- 4.6. Применение операционного исчисления :
  - а) решение линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами методом Дюамеля и без него,
  - б) решение систем линейных дифференциальных уравнений,
  - в) решение интегрального уравнения типа свертки,
  - г) вычисление несобственных интегралов.

#### 8.3.7. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации.

Не используются.

#### 8.3.8. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля.

Не используются.

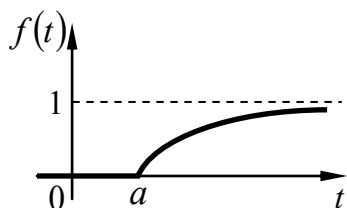
#### 8.3.9. Интернет-тренажеры.

Не используются.

#### 8.3.10. Примерные задания в составе расчетно-графических работ

1. Найти оригинал по заданному изображению:  $F(p) = \frac{1}{p(p+1)(p^2+4)}$ .
2. Решить дифференциальное уравнение  $x''(t) - 2x'(t) + x(t) = f(t)$ , где  $x(0) = x'(0) = 0$ ,

$$f(t) = \begin{cases} 0, & \text{если } 0 \leq t \leq a, \\ 1 - e^{-b(t-a)}, & \text{если } a < t < \infty, \end{cases} \text{ как показано на рисунке.}$$



3. С помощью формулы Дюамеля решить дифференциальное уравнение  $x'' - x' = \frac{e^{2t}}{1+e^t}$ , где  $x(0) = x'(0) = 0$ .

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Специально оборудованные аудитории УрФУ с видеопроекционным комплексом на базе мультимедийного проектора и настольного ПК.



