

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по образовательной деятельности
Татарский Д.А.
« 16 » сентября 20 15 г.



Программа дисциплины

Б1.В.ОД.8 ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО

Направление подготовки: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии
Профиль подготовки: —
Квалификация выпускника: бакалавр

1. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ

Целями освоения дисциплины (модуля) Б2.В.ОД.8 "Теория функций комплексного переменного" являются: знание основных понятий теории функции комплексного переменного, таких как: комплексные числа, функции комплексного переменного, аналитические функции, ряды аналитических функций, теория вычетов, преобразование Лапласа и операционное исчисление.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 12.03.04 Биотехнические системы и технологии и относится к обязательным дисциплинам вариативной части программы. Осваивается на 2 курсе (3 семестр). Логически курс является продолжением курса математического анализа, читаемого на первых курсах Института Физики. Для того, чтобы овладеть данным курсом обучающийся должен уверенно владеть основами дисциплин Б1.Б.8 «Математический анализ», Б1.Б.9 «Аналитическая геометрия», Б1.Б.10 «Линейная алгебра». Полученные знания будут необходимы при изучении таких разделов теоретической физики, как Б1.Б.16 «Теоретическая механика», Б1.В.ОД.7 «Квантовая теория» и др.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Обучающийся, завершивший изучение дисциплины, должен знать:

- основные понятия теории функции комплексного переменного, такие как: комплексные числа, функции комплексного переменного, аналитические функции, ряды аналитических функций, вычеты, преобразование Лапласа и операционное исчисление,;

уметь:

- работать с функциями комплексного переменного,
- дифференцировать и интегрировать функции комплексного переменного;
- использовать эти понятия и методы при решении задач, возникающих в теоретической и математической физике.

владеть:

- основными понятиями теории функции комплексного переменного, такими как: комплексные числа, функции комплексного переменного, аналитические функции, ряды аналитических функций, вычеты, преобразование Лапласа и операционное исчисление,

демонстрировать способность и готовность:

- применять методы интегрирования и дифференцирования функции комплексного переменного, методами операционного исчисления, приёмами работы с рядами аналитических функций, использовать эти понятия и методы при решении задач, возникающих в теоретической и математической физике

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы 108 часов.
Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 3 семестре.

	Раздел дисциплины	Семестр	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Тема 1. А. Теория функций комплексного переменного. Комплексные числа и арифметические операции над ними	3	3	6	0	3
2.	Тема 2. Определение функции комплексного переменного.	3	6	12	0	6
3.	Тема 3. Интеграл и его свойства.	3	3	6	0	3
4.	Тема 4. Степенные ряды. Теория вычетов	3	3	6	0	3
5.	Тема 5. Б. Операционное исчисление.	3	3	6	0	3
.	Итоговая форма контроля	3	0	0	0	36
	Итого		18	36	0	54

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Теория функций комплексного переменного. Комплексные числа и арифметические операции над ними.

Теория функций комплексного переменного. Комплексные числа и арифметические операции над ними. Комплексная плоскость. Тригонометрическая форма комплексного числа. Возведение в целую степень. Извлечение корня n -ой степени. Возведение в комплексную степень числа e . Логарифм комплексного числа. Возведение в комплексную степень комплексного числа. 1. Предел последовательности. Необходимые и достаточные условия сходимости последовательности. Неограниченная последовательность. Полная комплексная плоскость и сфера Римана.

Тема 2. Определение функции комплексного переменного.

Определение функции комплексного переменного. Однозначность. Однолиственность. Кривые на комплексной плоскости. Односвязные и многосвязные области. Предел функции комплексного переменного. Непрерывность функции комплексного переменного. Основные теоремы о непрерывных в замкнутой области функциях. Производная, дифференциал. Условия Коши - Римана. Аналитическая (регулярная) функция в точке, в области. 1 Связь с гармоническими функциями. Геометрическая интерпретация производной в точке. Конформное отображение. Общие принципы. Дробно-линейное отображение. Функция Жуковского. Простейшие элементарные функции. Области однолиственности и соответствующие отображения. Ветви и точки разветвления для радикала, логарифма.

Тема 3. Интеграл и его свойства.

Интеграл и его свойства. Интегральная теорема Коши для односвязной области и многосвязной области. Первообразная. Формула Ньютона-Лейбница. Интеграл типа Коши. Существование производной любого порядка для аналитической функции. Ряды числовые и функциональные. Равномерная сходимость для функционального комплексного ряда. Признак

Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда. Свойства суммы равномерно сходящегося ряда. Почленное дифференцирование и интегрирование рядов.

Тема 4. Степенные ряды. Теория вычетов.

Степенные ряды. Теорема Абеля. Круг сходимости. Нули аналитической функции и единственность определения аналитической функции. Ряд Лорана. Разложение в ряд Лорана в кольце. Изолированные особые точки. Классификация изолированных особых точек. Теория вычетов. Основные теоремы. Приложения к вычислению интегралов.

Тема 5. Операционное исчисление.

Операционное исчисление. Функция-оригинал. Изображение или преобразование Лапласа функции-оригинала. Основная теорема для преобразования Лапласа. Свойства преобразования Лапласа. Таблица изображений. Дифференцирование оригинала и изображения. Интегрирование оригинала и изображения. Теоремы запаздывания и смещения. Свертка оригиналов. Формула Дюамеля. Операционный метод решения дифференциальных уравнений. Приложения операционного исчисления к расчету электрических цепей.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс лекций и практических занятий, организованных по стандартной технологии в интерактивной форме с живым диалогом между преподавателем и обучающимся.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Домашнее задание: решение задач по теме раздела (см. [2] основного списка литературы).

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

7.1. Регламент дисциплины

Суммарно по дисциплине можно получить максимум 100 баллов, из них текущий контроль в течение семестра оценивается в 50 баллов, экзамен - в 50 баллов.

20 баллов – контрольная работа №1

20 баллов – контрольная работа №2

10 баллов – устные опросы на практических занятиях, посещение занятий, проверка домашнего задания.

Итого: 20+20+10=50 баллов

7.2. Оценочные средства текущего контроля

Проведение устных опросов и контрольных работ:

Примерный вариант контрольной работы см. в приложении 1.

Тема 1. Теория функций комплексного переменного. Комплексные числа и арифметические операции над ними.

устный опрос: Основные понятия раздела.

Тема 2. Определение функции комплексного переменного.

устный опрос: Основные понятия раздела.

Тема 3. Интеграл и его свойства.

Примерное содержание контрольной работы:

1. Арифметические операции над комплексными числами. Тригонометрическая форма комплексного числа. Возведение в целую степень. Возведение в комплексную степень комплексного числа. Логарифм комплексного числа.

2. Извлечение корня n -ой степени. Нахождение корней алгебраического уравнения.

3. Производная, дифференциал. Условия Коши - Римана.

4. Осуществить конформное отображение заданной области.

Примерный вариант контрольной работы см. в приложении 1.

Тема 4. Степенные ряды. Теория вычетов.

устный опрос: Основные понятия раздела.

Тема 5. Б. Операционное исчисление.

Примерное содержание контрольной работы:

задачи 1-2: применение теории вычетов к нахождению определенных интегралов;

задача 3: разложение в ряд Лорана;

задачи 4-5: применение операционного исчисления к решению дифференциальных уравнений, систем дифф. уравнений, интегральных уравнений.

Примерный вариант контрольной работы см. в приложении 1

7.3. БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНАМ

Билет 1.

1. Функция-оригинал. Преобразование Лапласа или изображение функции-оригинала.

Основные теоремы для изображения.

2. Комплексные числа и арифметические действия над ними.

Билет 2.

1. Составление таблицы изображений и свойства преобразования Лапласа:

а) линейность; б) подобие.

2. Комплексная плоскость. Тригонометрическая форма комплексного числа. Возведение в целую степень. Извлечение корня.

Билет 3.

1. Дифференцирование функции-оригинала.

2. Возведение в комплексную степень числа e . Логарифм комплексного числа. Возведение в комплексную степень комплексного числа.

Билет 4.

1. Дифференцирование изображения и применение этой операции к составлению таблицы изображений.

2. Предел последовательности комплексных чисел. Необходимые и достаточные условия сходимости последовательности.

Билет 5.

1. Интегрирование оригинала и изображения.

2. Неограниченная последовательность. Полная комплексная плоскость, сфера Римана.

Билет 6.

1. Теоремы запаздывания и смещения.

2. Определение функции комплексного переменного. Открытые и замкнутые области. Предел функции комплексного переменного.

Билет 7.

1. Свертка оригинала. Формула Дюамеля.
2. Непрерывность функции комплексного переменного. Основные теоремы о непрерывных функциях комплексного переменного (без доказательства).

Билет 8.

1. Операционный метод решения дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
2. Производная и дифференциал функции комплексного переменного. Условия Коши - Римана.

Билет 9.

1. Операционный метод решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
2. Определение аналитической в области и в точке функции комплексного переменного, связь с гармоническими функциями.

Билет 10.

1. Геометрическая интерпретация производной. Конформное отображение (общие принципы).
2. Интеграл от функции комплексного переменного. Интегральная теорема Коши для односвязной области.

Билет 11.

1. Дробно-линейное отображение. Функция Жуковского.
2. Первообразная. Формула Ньютона-Лейбница для функции комплексного переменного.

Билет 12.

1. Элементарная функция . Области однолиственности.
2. Интегральная теорема Коши для многосвязной области. Интегральная формула Коши.

Билет 13.

1. Элементарная функция . Области однолиственности.
2. Интеграл типа Коши. Существование производной любого порядка для аналитической функции.

Билет 14.

1. Элементарные функции $w = \sin z$, $w = \cos z$ и их свойства. Области однолиственности.
2. Ряды с комплексными числами. Функциональные ряды. Определение равномерной сходимости для функционального комплексного ряда.

Билет 15.

1. Ветви и точки ветвления для радикала .
2. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости ряда.

Билет 16.

1. Ветви и точки ветвления для логарифма $w = \operatorname{Ln} z$.
2. Аналитичность суммы функционального ряда.

Билет 17.

1. Степенные ряды. Теорема Абеля. Круг сходимости.
2. Приложения теории вычетов к вычислению интегралов.

Билет 18.

1. Теорема о сумме степенного ряда. Ряд Тейлора.
2. Теория вычетов. Основные теоремы.

Билет 19.

1. Ряд Лорана. Разложение в ряд в кольце.
2. Единственность определения аналитической функции.

Билет 20.

1. Изолированные особые точки. Необходимые и достаточные условия их существования.
2. Условия Коши--Римана. Прямая и обратная теорема

7.4. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочное средство
ОПК-2	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Знание основных терминов дисциплины. Умение решать основные задачи.	Устные опросы на практических занятиях, контрольные работы №1 – 2, проверка домашнего задания. Экзамен (билеты к экзамену 1-20).

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Работа на практических занятиях предполагает решение задач, подготовку домашнего задания.

При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые указывались на занятиях в течение семестра.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Основная литература

Теория функций комплексной переменной: учебник для вузов / А. Г. Свешников, А. Н. Тихонов . Издание 6-е, стереотипное . Москва : Физматлит, 2010 . 336 с. : ил. ; 21 . (Курс высшей математики и математической физики / Под ред. А. Н. Тихонова, В. А. Ильина, А. Г. Свешникова ; Вып. 5) .? Библиогр.: с. 331 (12 назв.) .? Предм. указ.: с. 332-335 .? ISBN 978-5-9221-0133-2 ((в пер.)) , 700 .ISBN 978-5-9221-0134-9. 91 экз

Теория функций комплексной переменной: учебник для вузов / А. Г. Свешников, А. Н. Тихонов . Издание 6-е, стереотипное . Москва : Физматлит, 2010 . 336 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48167

Теория функций комплексного переменного/Половинкин Е.С. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 272 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование:Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-004864-2 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=487040>

9.2. Дополнительная литература

Исаева, С. И. Математика [Электронный ресурс] : Учеб.пособие / С. И. Исаева, Л. В. Кнауб, Е. В. Юрьева. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 156 с. - ISBN 978-7638-2405-6.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441942>

Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович .? Москва : АСТ : Астрель, 2007 .? 558, [2] с. : ил. ; 22 .? ISBN 5-17-010062-0 ((АСТ)) .? ISBN 5-271-03601-4 ((Астрель)) . 91 экз

9.3. Интернет-ресурсы:

НАУЧНАЯ И УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА - <http://webmath.exponenta.ru/ax/aj/ta/index.html>

Ресурсы физико-математической библиотеки сайта EqWorld -Мир математических уравнений - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm>

Сайт кафедры теории относительности и гравитации КФУ - <http://old.kpfu.ru/f6/k6/index.php>

Электронная Библиотека - <http://www.plib.ru/library/subcategory/32.html>

Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета - <http://lib.mexmat.ru/>

Электронная библиотечная система - <http://www.knigafund.ru/>

Электронно-библиотечная система Издательства Лань - <http://e.lanbook.com/>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение дисциплины "Теория функции комплексного переменного" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВО) нового поколения. Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии".

Автор(ы): Балакин А.Б.

Рецензент(ы): Попов А.А.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института физики
« 16 » сентября 20 15 г.

Приложение 1
к программе дисциплины «Теория функций комплексного переменного»
Примерные варианты контрольных работ

Контрольная работа №1:

<p>Вариант 1</p> <p>1.) Какая линия определяется уравнением: $\text{Im}(z^2) = 2$</p> <p>2.) Представить в алгебраической форме: $\text{Arccos}(-2t)$</p> <p>3.) Восстановить мнимую часть аналитической функции $u = \frac{x}{x^2 + y^2}$; $f(\pi) = \frac{1}{\pi}$</p> <p>4.) На какую область функция $w = t \frac{1-z}{1+z}$ отобразит полукруг $\{ z < 1, \text{Im}(z) > 0\}$</p> <p>5.) Вычислить интеграл $\int \text{Re}(z^2 - z) dz$, $l = \{(x, y) y = x^2; z_1 = 0, z_2 = 1 + 2i\}$</p> <p>6.) Вычислить $\sqrt[3]{-1}$</p>	<p>Вариант 2</p> <p>1.) Какая линия определяется уравнением: $\text{Re}(\bar{z}^2) = 1$</p> <p>2.) Представить в алгебраической форме: $\text{Arcsin}(4)$</p> <p>3.) Восстановить действительную часть аналитической функции $v = \text{arctg} \frac{y}{x}$ ($x > 0$), $f(1) = 0$</p> <p>4.) Найти образ области $\{1 \leq z \leq 2; 0 \leq \arg(z) \leq \frac{\pi}{4}\}$ при отображении $w = \frac{1}{z} + 1$</p> <p>5.) Вычислить интеграл $\int_1^z (4iz^3 + 2z) dz$, l – отрезок от $z_1 = 1$ до $z_2 = i$</p> <p>6.) Вычислить $\sqrt[3]{i}$</p>
<p>Вариант 3</p> <p>1.) Какая линия определяется уравнением: $\text{Im}(\frac{1}{z}) = \frac{1}{2}$</p> <p>2.) Представить в алгебраической форме: $\text{Ln}(\sqrt{3} - i)$</p> <p>3.) Восстановить мнимую часть аналитической функции $u = x^2 - y^2 + 2x$; $f(i) = 2i - 1$</p> <p>4.) В какую область перейдет четверть круга $\{ z < 1, 0 < \arg(z) < \frac{\pi}{2}\}$ при отображении $w = z^2 + 1$</p> <p>5.) Вычислить интеграл $\int z z dz$, где l – замкнутая контур: $l = \{z (z = 1, \text{Im}(z) > 0) \cup (-1 \leq x \leq 1, y = 0)\}$</p> <p>6.) Вычислить $\sqrt[3]{i-1}$</p>	<p>Вариант 4</p> <p>1.) Какая линия определяется уравнением: $\text{Re}(\frac{1}{z}) = 1$</p> <p>2.) Представить в алгебраической форме: $(1 + i\sqrt{3})^{-1}$</p> <p>3.) Восстановить действительную часть аналитической функции $v = 2(\text{ch } x \sin y - xy)$; $f(0) = 0$</p> <p>4.) В какую область перейдет полуокружность $\{\text{Im}(z) \in (0; \frac{\pi}{4}); \text{Re}(z) < 0\}$ при отображении $w = e^{2z}$</p> <p>5.) Вычислить интеграл $\int \frac{dz}{\sqrt{z}}$ по полуокружности $l = \{z z = 1, \text{Im}(z) \geq 0\}$</p> <p>6.) Вычислить $\sqrt{2 + 2\sqrt{3}i}$</p>
<p>Вариант 5</p> <p>1.) Какая линия определяется уравнением: $z^2 + \bar{z}^2 = 1$</p> <p>2.) Представить в алгебраической форме: $\text{Arctg}(\frac{5t}{4})$</p> <p>3.) Восстановить мнимую часть аналитической функции $u = 2 \sin x \text{ch } y - x$, $f(0) = 0$</p> <p>4.) В какую область перейдет часть кругового кольца $\{1 < z < e, 0 < \arg(z) < e\}$ при отображении $w = \ln z + 1$</p> <p>5.) Вычислить интеграл $\int_1^z (1+t-2tz) dz$, l – парабола $y = x^2$ от т. $z_1 = 0$ до т. $z_2 = 1 + i$</p> <p>6.) Вычислить $(2 - 2i)^7$</p>	<p>Вариант 6</p> <p>1.) Какая линия определяется уравнением: $z - i + z + i = 4$</p> <p>2.) Представить в алгебраической форме: $\text{Arch}(t)$</p> <p>3.) Восстановить действительную часть аналитической функции $v = 2(2 \text{sh } x \sin y + xy)$, $f(0) = 3$</p> <p>4.) В какую область перейдет кольцо $\{1 < z < 2\}$ при отображении $w = \frac{z+i}{z-i}$</p> <p>5.) Вычислить интеграл $\int (\bar{z}^2 - 1) dz$ $l = \{z z = 1, 0 \leq \arg(z) \leq \pi\}$</p> <p>6.) Вычислить $(\frac{1-i}{1+i})^8$</p>

Контрольная работа №2:

<p>Вариант 1.</p>
<p>1. Вычислить $\sqrt[3]{\frac{(\sqrt{3} + i)^3}{(i-1)^2 i^{11}}}$, 2. Вычислить $\oint_{ z-2 } \frac{dz}{z^2 - 4iz - 3}$,</p> <p>3. Найти регулярную функцию $w=f(z)$ по её вещественной части $u = e^y \sin x$.</p> <p>4. Разложить в ряд Лорана функцию $f(z) = z e^{1/(z-1)}$ в кольце с центром в $z = 1$.</p> <p>5. Операционным методом найти решение уравнения $\ddot{x} + \dot{x} = e^{-t}$, $x(0) = 2$, $\dot{x}(0) = -1$</p>
<p>Вариант 2.</p>
<p>1. Вычислить $\sqrt[4]{\frac{i\sqrt{3}-1}{(1-i)^4 i^6}}$, 2. Вычислить $\oint_{ z-2 } \frac{dz}{z^2 - \frac{8}{3}iz + 1}$,</p> <p>3. Найти регулярную функцию $w=f(z)$ по её мнимой части $v = \cos x \operatorname{ch} y$.</p> <p>4. Разложить в ряд Лорана функцию $f(z) = z/(z^2 + 1)$ в кольце с центром в $z = i$.</p> <p>5. Операционным методом найти решение уравнения $\ddot{x} - x = t$, $x(0) = -1$, $\dot{x}(0) = 1$</p>
<p>Вариант 1.</p>
<p>1. Вычислить $\sqrt[3]{\frac{(\sqrt{3} + i)^3}{(i-1)^2 i^{11}}}$, 2. Вычислить $\oint_{ z-2 } \frac{dz}{z^2 - 4iz - 3}$,</p> <p>3. Найти регулярную функцию $w=f(z)$ по её вещественной части $u = e^y \sin x$.</p> <p>4. Разложить в ряд Лорана функцию $f(z) = z e^{1/(z-1)}$ в кольце с центром в $z = 1$.</p> <p>5. Операционным методом найти решение уравнения $\ddot{x} + \dot{x} = e^{-t}$, $x(0) = 2$, $\dot{x}(0) = -1$</p>
<p>Вариант 2.</p>
<p>1. Вычислить $\sqrt[4]{\frac{i\sqrt{3}-1}{(1-i)^4 i^6}}$, 2. Вычислить $\oint_{ z-2 } \frac{dz}{z^2 - \frac{8}{3}iz + 1}$,</p> <p>3. Найти регулярную функцию $w=f(z)$ по её мнимой части $v = \cos x \operatorname{ch} y$.</p> <p>4. Разложить в ряд Лорана функцию $f(z) = z/(z^2 + 1)$ в кольце с центром в $z = i$.</p> <p>5. Операционным методом найти решение уравнения $\ddot{x} - x = t$, $x(0) = -1$, $\dot{x}(0) = 1$</p>
<p>Вариант 1.</p>
<p>1. Вычислить $\sqrt[3]{\frac{(\sqrt{3} + i)^3}{(i-1)^2 i^{11}}}$, 2. Вычислить $\oint_{ z-2 } \frac{dz}{z^2 - 4iz - 3}$,</p> <p>3. Найти регулярную функцию $w=f(z)$ по её вещественной части $u = e^y \sin x$.</p> <p>4. Разложить в ряд Лорана функцию $f(z) = z e^{1/(z-1)}$ в кольце с центром в $z = 1$.</p> <p>5. Операционным методом найти решение уравнения $\ddot{x} + \dot{x} = e^{-t}$, $x(0) = 2$, $\dot{x}(0) = -1$</p>
<p>Вариант 2.</p>
<p>1. Вычислить $\sqrt[4]{\frac{i\sqrt{3}-1}{(1-i)^4 i^6}}$, 2. Вычислить $\oint_{ z-2 } \frac{dz}{z^2 - \frac{8}{3}iz + 1}$,</p> <p>3. Найти регулярную функцию $w=f(z)$ по её мнимой части $v = \cos x \operatorname{ch} y$.</p> <p>4. Разложить в ряд Лорана функцию $f(z) = z/(z^2 + 1)$ в кольце с центром в $z = i$.</p> <p>5. Операционным методом найти решение уравнения $\ddot{x} - x = t$, $x(0) = -1$, $\dot{x}(0) = 1$</p>