Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра прикладной математики и информатики

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ А.В. Зимин
подпись
«____» _____ 20___ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Комплексный анализ

01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
(направленность (профиль): «Математическое моделирование и интеллектуальный анализ данных»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: daba56d7b892efca3bf5c04ed0251c98b19b099c
Владелец: Директор ИИТиАС Зимин Алексей Валерьевич
Действителен: с 15 января 2025 г. по 10 апреля 2026 г.
Дата и время: 10-04-2025 15:03:21 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– освоение основных понятий комплексного анализа;
– формирование навыков использования аппарата функций комплексного переменного;
– применение полученных навыков при решении задач в практических приложениях.

Задачами учебной дисциплины являются:

– определение понятий предела, непрерывности, производной функций комплексного переменного;
– изучение свойств функций комплексного переменного и порождаемых ими отображений областей на комплексной плоскости;
– вычисление интегралов от функций комплексного переменного, разложение функций комплексного переменного в ряды Тейлора и Лорана, применение теории вычетов к вычислению интегралов.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Математика;
– Специальные главы математики.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Прикладная статистика;
– Методы оптимизации.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Профессиональные компетенции

| Наименование категории (группы) ПК | Код и наименование ПК | Код и наименование индикатора достижения ПК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|---|
| | ПК-2: Способен проводить | ПК-2.1 Выбирает методы и инструментальные | – знать: методы комплексного анализа для выполнения |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | аналитические исследования с применением технологии больших данных в соответствии с требованиями заказчика | средства анализа больших данных для проведения аналитических работ | аналитических расчетов.<br>– уметь: применять инструменты комплексного анализа при решении прикладных задач. |
| | | ПК-2.2 Разрабатывает математические модели, выполняет поверку и оценку используемых моделей | – знать: модели комплексного анализа в аналитических расчетах.<br>– уметь: применять известные модели комплексного анализа для решения практических задач. |

## 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

### Объем учебной дисциплины

| Семестр / курс | | ***ИТОГО*** | ***6 семестр*** |
|---|---|---|---|
| Форма промежуточной аттестации | | | *зачет* |
| Трудоёмкость | *академ. час.* | ***108*** | *108* |
| | *зачетных единиц* | ***3*** | *3* |
| Лекции, *академ. час.* | | ***16*** | *16* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Лабораторные работы, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Практические занятия, *академ. час.* | | ***16*** | *16* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Курсовая работа / проект, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Консультации, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Самостоятельная работа, *академ. час.* | | ***67*** | *67* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Контроль, *академ. час.* | | ***9*** | *9* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |

## Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Комплексные числа. Последовательности и ряды комплексных чисел.;

Тема 1.1 Комплексные числа. (Комплексные числа и действия над ними. Тригонометрическая и показательная формы комплексных чисел.);

Тема 1.2 Последовательности и ряды комплексных чисел (Последовательности и ряды комплексных чисел. Сходимость последовательностей и рядов комплексных чисел);

Раздел 2 Функции комплексного переменного. Применение функций комплексного переменного в анализе данных;

Тема 2.1 Функции комплексного переменного и их свойства (Основные элементарные функции комплексного переменного и их свойства. Показательная и тригонометрические функции комплексного переменного. Формула Эйлера. Логарифмическая функция);

Тема 2.2 Применение функций комплексного переменного в анализе данных (Визуализация данных на комплексной плоскости, моделирование сложных взаимосвязей входных и выходных данных);

Раздел 3 Дифференцирование и интегрирование функций комплексного переменного;

Тема 3.1 Дифференцирование функций комплексного переменного (Производная функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Геометрический смысл модуля и аргумента производной);

Тема 3.2 Интегрирование функций комплексного переменного (Определение интеграла от функции комплексного переменного по кривой. Теоремы Коши для односвязной и многосвязной областей и их применение. Формула Коши. Применение формулы Коши для вычисления интегралов);

Раздел 4 Ряды Тейлора и Лорана. Вычеты;

Тема 4.1 Разложение функций комплексного переменного в ряды Тейлора и Лорана (Формулы разложения функций комплексного переменного в ряд Тейлора и Лорана. Классификация изолированных особых точек аналитической функции.);

Тема 4.2 Теория вычетов (Определение вычета функции в точке. Вычисление вычетов в особых точках. Применение вычетов к вычислению интегралов от функций комплексного переменного. Вычисление определенных и несобственных интегралов с помощью вычетов.).

## 5 Перечень тем лекций

| № раздела / темы дисциплины | Темы лекций | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | **подготовки** |
| Раздел 1. | Комплексные числа. Последовательности и ряды комплексных чисел. | 4 | |
| Раздел 2. | Функции комплексного переменного. Применение функций комплексного переменного в анализе данных | 4 | |
| Раздел 3. | Дифференцирование и интегрирование функций комплексного переменного | 4 | |
| Раздел 4. | Ряды Тейлора и Лорана. Вычеты | 4 | |
| **Итого:** | | **16** | **0** |

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Темы практических занятий (семинаров)** | **Трудоемкость, *академ.час*** | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 1. | Комплексные числа. Последовательности и ряды комплексных чисел. | 4 | |
| Раздел 2. | Функции комплексного переменного. Применение функций комплексного переменного в анализе данных | 4 | |
| Раздел 3. | Дифференцирование и интегрирование функций комплексного переменного | 4 | |
| Раздел 4. | Ряды Тейлора и Лорана. Вычеты | 4 | |
| **Итого:** | | **16** | **0** |

## 7 Перечень тем лабораторных работ

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Темы лабораторных работ** | **Трудоемкость, *академ.час*** | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| | *Отсутствуют* | | |
| **Итого:** | | **0** | **0** |

## 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Темы курсовых работ (проектов)** | **Трудоемкость, *академ.час*** | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | *Отсутствуют* | | |
| **Итого:** | | **0** | **0** |

## 9 Виды самостоятельной работы

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Виды самостоятельной работы** | **Трудоемкость, *академ.час*** | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 1. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию;<br>3. Прохождение тестирования. | 16 | |
| Раздел 2. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию;<br>3. Прохождение тестирования. | 16 | |
| Раздел 3. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию;<br>3. Прохождение тестирования. | 16 | |
| Раздел 4. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию;<br>3. Прохождение тестирования. | 19 | |
| *Контроль* | *Подготовка к зачёту* | 9 | |
| **Итого:** | | **76** | **0** |

## 10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

| **Контролируемые разделы (темы) дисциплины** | **Контролируемые компетенции** | **Оценочные средства** |
|---|---|---|
| Раздел 1. | ПК-2 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>3. Тестовые задания |
| Раздел 2. | ПК-2 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>3. Тестовые задания |
| Раздел 3. | ПК-2 | 1. Вопросы для устного |

| | | |
|---|---|---|
| | | обсуждения (опроса);<br>2. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>3. Тестовые задания |
| Раздел 4. | ПК-2 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>3. Тестовые задания |
| Зачет. | ПК-2 | 1. Вопросы к зачету;<br>2. Задачи к зачету;<br>3. Зачет на основе результатов текущего контроля |

## 11 Входной контроль

**11.1 Цель входного контроля** − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

### 11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 30 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля.

### Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

| Процент результативности (правильных ответов) | Оценка |
|---|---|
| 86 до 100 | «отлично» |
| от 67до 85 | «хорошо» |
| от 50 до 66 | «удовлетворительно» |
| менее 50 | «неудовлетворительно» |

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

**Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.**

## 12 Текущий контроль

**12.1 Текущий контроль знаний** используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

### 12.2 Описание оценочных средств

### Шкалы оценивания (методики оценки)

#### 12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

**Критерии оценки:**

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

### 12.2.2 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Подготовку к практическим работам обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

**Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:**

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

| Наименование параметра оценки | Максимальное количество баллов |
|---|---|
| Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями. | 2 |
| Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники. | 2 |
| Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы. | 1 |
| **Итого** | **5** |

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

### 12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

В завершении изучения дисциплины «Комплексный анализ» проводится тестирование. Тестовые задания служат для быстрой проверки освоенного материала. Тестирование дает представление о том, насколько глубоко студенты овладели учебным материалом. Тестовые задания предусмотрены по каждому разделу изучаемой дисциплины. Вопросы тестовых заданий интегрированы в систему обучения Moodle СибГИУ. По завершении изучаемого раздела дисциплины обучающиеся обязаны пройти тестирование и получить оценку «зачтено». При получении оценки «не зачтено» студенты повторно проходят тестирование до тех пор, пока не будет получена оценка «зачтено».

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

| Максимальный балл, % | Проходной балл, % | Оценка |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| 100 | более 50 | зачтено |
| 50 | 0 | не зачтено |

**Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.**

## 13 Промежуточная аттестация

**13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации** обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: зачет на основе результатов текущего контроля.

### 13.2 Оценивание обучающегося на зачете

Зачет проводится на основе текущего контроля успеваемости при условии успешного выполнения обучающимся в полном объеме всех практических работ, в соответствии с их перечнем, и самостоятельной работы.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

| Оценка | Требования к знаниям |
|---|---|
| зачтено | Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он усвоил программный материал, подтвердил его освоение выполнением всех практических работ в полном объеме, в соответствии с их перечнем, прошел тестирование по каждому разделу дисциплины с результатом 50% и более. |
| не зачтено | Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он не усвоил значительную часть программного материала, не выполнил практические работы в полном объеме, в соответствии с их перечнем, не прошел тестирование по каждому разделу дисциплины с результатом 50% и более. |

**Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.**

## 14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

**а) литература:**

1 Данко, П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах : учебное пособие для вузов : в 2 ч. Ч. 2 / П.Е. Данко, А.Г. Попов, Т.Я. Кожевникова. – 5-е изд., испр. – Москва : Высшая школа, 1999. – 416 с.;

2 Аксенов, А. П. Теория функций комплексной переменной в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для вузов /А.П. Аксенов. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 313 с. – ISBN 978-5-9916-7417-1. – URL: https://urait.ru/bcode/537657 (дата обращения: 18.03.2025);

3 Аксенов, А. П. Теория функций комплексной переменной в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для вузов. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 333 с. – ISBN 978-5-9916-7419-5. – URL: https://urait.ru/bcode/537658 (дата обращения: 18.03.2025);

4 Горушкина, Н. В. Математика : теория функций комплексного переменного : практикум / Н. В. Горушкина, В. А. Карасев, Г. Д. Лёвшина. - Москва : МИСиС, 2019. - 101 с. - ISBN 978-5-907061-15-6. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907061156.html (дата обращения: 18.03.2025);

5 Аливердиева, Э. И. Теория функций комплексного переменного : учеб. пособие / Э. И. Аливердиева, А. В. Сметюхова. - Москва : МИСиС, 2018. - 116 с. - ISBN 978-5-906953-32-2. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906953322.html (дата обращения: 18.03.2025).

**б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 – ]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 – ]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL:

http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

7 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 – ]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru.

**в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Maxima;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

**г) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

## 15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную компьютерной техникой, проектором, экраном, учебной доской;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;

- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Составитель(и):

доцент Лактионов Сергей Андреевич (кафедра прикладной математики и информатики).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Заведующий научно-исследовательской лабораторией математического моделирования КГПИ КемГУ, д.т.н., проф  В.О. Каледин

## Приложение

### 1.Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. Прямые $x=8$, $y=-4$ пересекают прямую $x+5y+37=0$ в точках $A,B$ соответственно. Найти длину вектора $\overline{AB}$.

| **Ответ 1** | **Ответ 2** | **Ответ 3** | **Ответ 4** |
|---|---|---|---|
| $\sqrt{13}$ | $\sqrt{26}$ | $\sqrt{29}$ | $\sqrt{12}$ |

2. Составить уравнение прямой, проходящей через точку $A(2;-3)$ перпендикулярно вектору $\overline{AB}=3\cdot\bar{i}-2\cdot\bar{j}$.

| **Ответ 1** | **Ответ 2** | **Ответ 3** | **Ответ 4** |
|---|---|---|---|
| $3x-2y-13=0$ | $3x-2y-12=0$ | $3x+2y-12=0$ | $2x+3y+2=0$ |

3. Найти область определения функции $f(x)=\arccos(2x+3)$.

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $(-2;-1)$ | $[-2;-1]$ | $[-1;1]$ | $(-\infty;+\infty)$ |

4. Найти область значений функции $f(x)=2\cdot\cos(2x-1)+1$.

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $[-1;3]$ | $[3;2]$ | $(1;2]$ | $(-\infty;+\infty)$ |

5. Вычислить значение производной $f'\left(\frac{7\pi}{3}\right)$ функции $f(x)=(2x+1)\cdot\sin 3x$.

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $-1-\frac{\pi}{3}$ | $-1+\frac{2\pi}{3}$ | $1-\frac{2\pi}{3}$ | $-3-14\pi$ |

6. Указать производную функции $(x+2)\cdot e^x$.

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $(x+1)\cdot e^x$ | $(x+3)\cdot e^x$ | $(x-1)\cdot e^x$ | $(x+1)\cdot e^{x-1}$ |

7. Значением определенного интеграла от непрерывной функции одной переменной является

| **Ответ 1** | **Ответ 2** | **Ответ 3** | **Ответ 4** |
|---|---|---|---|
| число | вектор | функция | интегральная сумма |

8. Среднее значение функции $y=3x^2+1$ на отрезке $[1;3]$ равно

| **Ответ 1** | **Ответ 2** | **Ответ 3** | **Ответ 4** |
|---|---|---|---|
| 14 | 16 | 24 | 12 |

9. Если $f(x)=4x^2-1$, то коэффициент $a_3$ разложения данной функции в ряд Тейлора по степеням $(x-1)$ равен …

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| 0 | 4 | 12 | 4 |

10. Радиус сходимости степенного ряда $\sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$ равен $9$. Тогда интервал сходимости имеет вид

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $(-9; 9)$ | $(-9; 0)$ | $(0; 9)$ | $(-4,5; 4,5)$ |

## 2. Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

### Раздел 1 Комплексные числа. Последовательности и ряды комплексных чисел

**Устный опрос на лекции**

1) Что называется комплексным числом? Из каких частей состоит комплексное число?

2) Как складывать, умножать и делить комплексные числа?

3) Что такое комплексная плоскость? Как определяется соответствие между комплексными числами и точками плоскости?

4) Что называется модулем и аргументом комплексного числа? Как найти модуль и аргумент комплексного числа?

5) В чем состоит формула Муавра?

6) Что называется последовательностью комплексных чисел? Дайте определение предела последовательности комплексных чисел.

7) Как связаны последовательность комплексных чисел и последовательности действительных и мнимых частей этой последовательности?

8) Что такое расширенная комплексная плоскость?

9) Что называется рядом комплексных чисел? Дайте определение сходимости ряда комплексных чисел.

10) Как связаны ряд комплексных чисел и ряды действительных и мнимых частей этого ряда?

### Раздел 2 Функции комплексного переменного. Применение функций комплексного переменного в анализе данных

**Устный опрос на лекции**

1) Что называется окрестностью точки на комплексной плоскости?

2) Какие множества на комплексной плоскости называются открытыми, связными?

3) Какая точка называется граничной? Что такое граница области? Какая область на комплексной плоскости называется односвязной? Какая область называется многосвязной?

4) Дайте определение функции комплексного переменного. Из каких частей состоит функция комплексного переменного? Какая

функция называется однозначной, многозначной, однолистной, многолистной?

5) Какая функция называется линейной функций комплексного переменного? Назовите свойства линейной функции комплексного переменного.

6) Какая функция называется дробно-линейной функций комплексного переменного? Назовите свойства дробно-линейной функции комплексного переменного.

7) Как определяется показательная функция комплексного переменного? Как определяются тригонометрические функции комплексного переменного? В чем состоит формула Эйлера?

8) Как формируются комплекснозначные данные на основе полученных измерений и наблюдений?

9) Приведите пример статистического распределения для моделирования данных с комплексными атрибутами.

10) Чему равна мнимая часть комплексного коэффициента парной корреляции при линейной зависимости между комплексными величинами?

**Раздел 3 Дифференцирование и интегрирование функций комплексного переменного.**

**Устный опрос на лекции**

1) Какая функция комплексного переменного называется дифференцируемой в точке? Что такое дифференциал функции комплексного переменного?

2) Запишите условия Коши-Римана. Из каких требований выводятся эти условия?

3) Какие функции называются аналитическими в точке и в области на комплексной плоскости?

4) Какие функции называются гармоническими? Как определить одну из частей аналитической функции, если известна другая ее часть?

5) В чем состоит геометрический смысл модуля и аргумента производной функции комплексного переменного в точке?

6) Как вычисляется интеграл от функции комплексного переменного по кривой на комплексной плоскости?

7) Сформулируйте теоремы Коши для односвязной и многосвязной областей.

8) В чем состоит формула Коши? Что называется интегралом Коши?

9) Как с помощью формулы Коши находятся производные высших порядков от аналитической функции?

10) Как применяется формула Коши для вычисления интегралов от функций комплексного переменного?

**Раздел 4. Ряды Тейлора и Лорана. Вычеты;**

**Устный опрос на лекции**

1) Что называется рядом функций комплексного переменного? Какой ряд называется сходящимся в точке комплексной плоскости? Как связана сходимость ряда со сходимостью действительной и мнимой частей ряда?

2) Какие ряды называются степенными рядами? Как находится область сходимости степенного ряда функций комплексного переменного?

3) Сформулируйте теорему о разложении аналитической функции в степенной ряд. Какой ряд называется рядом Тейлора для функции комплексного переменного? По какой формуле можно найти коэффициенты этого ряда?

4) Какие точки называются нулями аналитической функции? Как определяется порядок нуля?

5) Какой ряд называется рядом Лорана? Какая часть ряда Лорана называется главной, а какая правильной? Что представляет собой область сходимости ряда Лорана?

6) Приведите классификацию изолированных особых точек аналитической функции. Какие точки называются устранимыми особыми точками, какие полюсами, какие существенно особыми точками?

7) Что называется вычетом функции в точке?

8) Как находится вычет в конечной точке?

9) Как находится вычет в бесконечной точке?

10) Как применяются вычеты для вычисления интегралов?

## 3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Раздел 1. Комплексные числа. Последовательности и ряды комплексных чисел.

Тестовые задания

1. Действительная часть комплексного числа $(1+i)^2$ равна

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| 0 | – 1 | 1 | 2 |

2. Мнимая часть комплексного числа $(1+i)(1-i)$ равна

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| 0 | – 1 | 1 | 2 |

3. Комплексное число, сопряженное комплексному числу $-1+i$ равно

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| $-1-i$ | $1+i$ | $1-i$ | $-i$ |

4. Модуль комплексного числа $3+4i$ равен

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| 3 | 4 | 5 | 7 |

5. Аргумент комплексного числа $-1-i$ равен

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $\frac{5\pi}{4}$ | $\frac{\pi}{4}$ | $\frac{3\pi}{4}$ | $-\frac{\pi}{4}$ |

6. Спряженное комплексное число $\overline{z}$ получается из комплексного числа $z$

| | |
|---|---|
| Ответ 1 | симметрией относительно оси $Ox$ |
| Ответ 2 | симметрией относительно оси $Oy$ |
| Ответ 3 | симметрией относительно начала координат |
| Ответ 4 | инверсией относительно единичной окружности |

7. Комплексное число $\frac{1}{\overline{z}}$ получается из комплексного числа $z$

| | |
|---|---|
| Ответ 1 | симметрией относительно оси $Ox$ |
| Ответ 2 | симметрией относительно оси $Oy$ |
| Ответ 3 | симметрией относительно начала координат |
| Ответ 4 | инверсией относительно единичной окружности |

8. Вычислить $\frac{(1-i)^2+2}{1+i}$. В ответе записать полученное значение выражения.

| | |
|---|---|
| Ответ | |

9. Найти предел последовательности $z_n=\frac{n+i}{n-i}$ . В ответе записать полученное значение предела.

| | |
|---|---|
| Ответ | |

10. Найти сумму ряда $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{(1+i)^n}$. В ответе записать полученное значение суммы

| | |
|---|---|
| Ответ | |

Раздел 2. Функции комплексного переменного. Применение функций комплексного переменного в анализе данных

Тестовые задания

1. Действительная часть функции комплексного переменного $f(z)=(1+z)^2$, где $z=x+iy$, равна

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $1+2x+x^2-y^2$ | $2y+2xy$ | $1+x^2-y^2$ | $2xy$ |

2. Мнимая часть функции комплексного переменного $f(z)=(1+z)^2$, где $z=x+iy$, равна

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $1+2x+x^2-y^2$ | $2y+2xy$ | $1+x^2-y^2$ | $2xy$ |

3. Действительная часть значения функции $f(z)=\cos z$ в точке $z=i$ равна

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $0$ | $\frac{\pi}{2}$ | $\mathrm{ch}\,1$ | $1$ |

4. Мнимая часть значения функции $f(z)=\cos z$ в точке $z=i$ равна

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $0$ | $\frac{\pi}{2}$ | $\mathrm{ch}\,1$ | $1$ |

5. Укажите верное равенство

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $e^i=\cos i+\sin i$ | $e^i=\cos i+i\cdot\sin i$ | $e^i=\cos 1+\sin 1$ | $e^i=\cos 1+i\cdot\sin 1$ |

6. Укажите верное утверждение

| | |
|---|---|
| Ответ 1 | Функция $w=e^z$ многозначна |
| Ответ 2 | Функция $w=e^z$ не является непрерывной |
| Ответ 3 | Функция $w=e^z$ не является дифференцируемой |
| Ответ 4 | Функция $w=e^z$ однозначна |

7. Укажите формулу для расчета дисперсии комплекснозначных данных вида $u+iv$.

| | |
|---|---|
| Ответ 1 | $D=M\left[u^2\right]-M\left[v^2\right]+i\cdot 2M\left[u\cdot v\right]$ |
| Ответ 2 | $D=M\left[u^2\right]+M\left[v^2\right]$ |
| Ответ 3 | $D=M\left[u^2\right]+M\left[v^2\right]+i\cdot 2M\left[u\cdot v\right]$ |
| Ответ 4 | $D=M\left[u^2\right]+M\left[v^2\right]-i\cdot 2M\left[u\cdot v\right]$ |

8. При каких условиях на комплексный коэффициент парной корреляции предполагается линейная зависимость между комплексными переменными?

| | |
|---|---|
| Ответ 1 | Действительная часть комплексного коэффициента по модулю близка к единице, а мнимая часть по модулю близка к нулю |

| | |
|---|---|
| Ответ 2 | Действительная часть комплексного коэффициента по модулю близка к нулю, а мнимая часть по модулю близка к единице |
| Ответ 3 | Действительная часть комплексного коэффициента по модулю близка к единице и мнимая часть по модулю близка к единице |
| Ответ 4 | Действительная часть комплексного коэффициента по модулю близка к нулю и мнимая часть по модулю близка к нулю |

9. Найти мнимую часть функции комплексного переменного $f(z)=(1+z)^2$. Вычислить ее в точке $z=1+i$. В ответе записать полученное значение.

| | |
|---|---|
| Ответ | |

10. Найти действительную часть функции комплексного переменного $f(z)=\ln(1+z)$. Вычислить ее в точке $z=2-4i$. В ответе записать полученное значение.

| | |
|---|---|
| Ответ | |

Раздел 3. Дифференцирование и интегрирование функций комплексного переменного

Тестовые задания

1. Какая из функций не дифференцируема в точке $z=i$?

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $w=z^3-i$ | $w=\lvert z\rvert$ | $w=\sin z$ | $w=\ln z$ |

2. Укажите гармоническую функцию

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $u(x,y)=x^2+y^2$ | $u(x,y)=x^3+y^3$ | $u(x,y)=x^3-y^3$ | $u(x,y)=x^2-y^2$ |

3. Чему равен угол поворота в точке $z=i$ при отображении $w=4z^2+1$?

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| 0 | $\frac{\pi}{3}$ | $\frac{\pi}{2}$ | $\pi$ |

4. Найти коэффициент линейного растяжения в точке $z=i$ для функции $w=4z^2+1$. В ответе записать полученное значение.

| | |
|---|---|
| Ответ | |

5. Найти коэффициент линейного растяжения в точке $z=2\pi i$ для функции $w=ie^{2z}$ В ответе записать полученное значение.

| | |
|---|---|
| Ответ | |

6. Интеграл $\oint_{|z|=4} \frac{z^3}{z-3} dz$ равен

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| 0 | $27\pi i$ | $32\pi i$ | $54\pi i$ |

7. Интеграл $\oint_{|z|=4} \frac{z^3}{z-5} dz$ равен

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| 0 | $27\pi i$ | $32\pi i$ | $54\pi i$ |

8. Найти интеграл $\int_0^i 3z^2 dz$ . В ответе записать полученное значение

| Ответ | |
|---|---|

9. Найти интеграл $\int_0^i 2z dz$ . В ответе записать полученное значение

| Ответ | |
|---|---|

10. Найти интеграл $\int_L \bar{z} dz$, где $L$ отрезок прямой, соединяющий точку $z_1 = 1$ с точкой $z_2 = i$ . В ответе записать полученное значение

| Ответ | |
|---|---|

Раздел 4. Ряды Тейлора и Лорана. Вычеты.
Тестовые задания

1. Радиус $R$ сходимости ряда $\sum_{n=0}^{\infty} 3^n (z-1)^n$ равен

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $R = 3$ | $R = \frac{1}{3}$ | $R = \sqrt{3}$ | $R = \frac{1}{\sqrt{3}}$ |

2. Ряд Тейлора функции $\ln\left(z^2 - 3z + 2\right)$ в точке $z_0 = 0$ равен

| | |
|---|---|
| Ответ 1 | $\ln\frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{2n-1} \cdot \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{1}{2^n} + 1\right) \cdot z^n$ |
| Ответ 2 | $\ln\frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{2n+2} \cdot \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{1}{2^n} - 1\right) \cdot z^n$ |
| Ответ 3 | $\ln\frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{2n} \cdot \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{1}{2^{n+1}} + 1\right) \cdot z^n$ |
| Ответ 4 | $\ln\frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{2n+1} \cdot \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{1}{2^n} - 1\right) \cdot z^n$ |

3. Порядок нуля точки $z_0 = 0$ функции $f(z) = \left(e^{z^2} - 1 - z^2\right) \cdot \sin^5 z$ равен

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| 5 | 2 | 7 | 9 |

4. Разложение функции $f(z)=\dfrac{2}{z(3-z)}$ в ряд Лорана по степеням $z$ имеет вид

| | |
|---|---|
| Ответ 1 | $\sum\limits_{n=-1}^{\infty}\dfrac{2}{3^{n+1}}z^n,\ 0<\lvert z\rvert<3$ |
| Ответ 2 | $\sum\limits_{n=-1}^{\infty}\dfrac{2}{3^{n-2}}z^n,\ 0<\lvert z\rvert<3$ |
| Ответ 3 | $\sum\limits_{n=-1}^{\infty}\dfrac{2}{3^{n+3}}z^n,\ 0<\lvert z\rvert<3$ |
| Ответ 4 | $\sum\limits_{n=-1}^{\infty}\dfrac{2}{3^{n+2}}z^n,\ 0<\lvert z\rvert<3$ |

5. Предел $\lim\limits_{z\to 0}\dfrac{\sin 2z-2z\cos z}{z^3}$ равен

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $\dfrac{1}{2}$ | $-\dfrac{1}{2}$ | $-\dfrac{2}{3}$ | $\dfrac{2}{3}$ |

6. К какому типу относится точка $z=0$ для функции $w=\dfrac{\sin z}{z}$?

| | |
|---|---|
| Ответ 1 | точка аналитичности |
| Ответ 2 | устранимая особая точка |
| Ответ 3 | полюс первого порядка |
| Ответ 4 | существенно особая точка |

7. К какому типу относится точка $z=2$ для функции $w=\cos\dfrac{1}{z-2}$?

| | |
|---|---|
| Ответ 1 | точка аналитичности |
| Ответ 2 | устранимая особая точка |
| Ответ 3 | полюс первого порядка |
| Ответ 4 | существенно особая точка |

8. Вычислить интеграл с помощью вычетов $\int\limits_0^{2p}\dfrac{dx}{2+\cos x}$

| Ответ 1 | Ответ 2 | Ответ 3 | Ответ 4 |
|---|---|---|---|
| $\dfrac{2\pi\sqrt{3}}{3}$ | $\dfrac{2\pi}{3}$ | $\dfrac{\pi\sqrt{3}}{3}$ | $2\pi\sqrt{3}$ |

9. Найти вычет функции $f(z)=\dfrac{12z}{z^2+1}$ в особой точке $z=i$. В ответе записать полученное значение.

| | |
|---|---|
| Ответ | |

10. Найти вычет функции $w = 6z^2 \sin\frac{1}{z}$ в точке $z = 0$. В ответе записать полученное значение

| Ответ | |
|---|---|

## 4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

### Примеры заданий для практических работ

**Раздел 1**

**Тема 1.1** Комплексные числа

**1)** Найти частное от деления числа $z_1 = 3 + 2i$ на $z_2 = 2 - i$.

**2)** Найти тригонометрическую и показательную форму комплексных чисел

1) $1 + i$; 2) $1 + i\sqrt{3}$;

**3)** Вычислить

1) $\left(\frac{1 - i\sqrt{3}}{1 + i}\right)^{12}$; 2) $\left(1 + i\sqrt{3}\right)^{150}$.

**Тема 1.2** Последовательности и ряды комплексных

**1)** Вычислить пределы последовательностей

1) $\lim\limits_{n\to\infty}\left(\frac{1}{5i} - \frac{1}{25} + \ldots + \frac{1}{(5i)^n}\right)$; 2) $\lim\limits_{n\to\infty}\sum\limits_{k=0}^{n}\frac{i^k}{3^k}$.

**2)** Исследовать на сходимость ряды

1) $\sum\limits_{n=1}^{\infty}\left(\sin\frac{1}{n} + i\frac{2^n}{n!}\right)$; 2) $\sum\limits_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n n + i}{n^2}$.

**Раздел 2**

**Тема 2.1** Функции комплексного переменного и их свойства

**1)** Найти действительные и мнимые часть значений функций:

1) $\mathrm{tg}(2 - i)$; 2) $\mathrm{Ln}\frac{1 + i}{\sqrt{2}}$.

**2)** Найти все значения степеней

1) $(-1)^i$; 2) $(-1)^{\sqrt{2}}$.

**Тема 2.2** Применение функций комплексного переменного в анализе данных

**1)** На основе измерения двух показателей получен набор данных, которые представлены в виде комплексных чисел.

$$10 + 20i,\ 15 + 30i,\ 20 + 40i,\ 18 + 45i,\ 12 + 50i,$$

$$8 + 65i, 22 + 55i,\ 25 + 60i, 30 + 75i,\ 28 + 80i.$$

Найти математические ожидания, дисперсии, средние квадратические отклонения действительных и мнимых частей.

**2)** На основе измерения двух показателей получен набор данных, которые представлены в виде комплексных чисел.

$$20 + 5i,\ 25 + 10i,\ 30 + 15i,\ 32 + 20i,\ 35 + 25i,$$

$$30 + 30i,\ 28 + 35i,\ 25 + 40i,\ 22 + 45i,\ 20 + 50i.$$

Найти коэффициент парной корреляции между значениями действительных и мнимых частей.

**Раздел 3**

**Тема 3.1** Дифференцирование функций комплексного переменного

**1)** Найти линии равного растяжения и линии равного поворота при отображении $w = z^2$.

**2)** Найти множества всех точек $z_0$, в которых при заданных отображениях угол поворота $\varphi = 0$.

$$1)\ w = \frac{1+iz}{1-iz}; \qquad 2)\ w = z^2 - 2z;$$

**Тема 3.2** Интегрирование функций комплексного переменного

**1)** Вычислить интеграл $\int\limits_{1-i}^{2+i} \left(3z^2 + 2z\right)dz$

**2)** Вычислить интеграл $\int\limits_{l} |z|\bar{z}dz$, где $l$ – верхняя полуокружность $|z| = 1$ с обходом против часовой стрелки

**3)** Вычислить интегралы (обход против часовой стрелки)

$$1)\ \oint\limits_{|z|=4} \frac{z^2}{z-2i}dz; \qquad 2)\ \oint\limits_{|z|=3} \frac{dz}{z^2+2z};$$

**Раздел 4**

**Тема 4.1** Разложение функций комплексного переменного в ряды Тейлора и Лорана

**1)** Разложить в степенной ряд $\sum\limits_{n=0}^{\infty} a_n (z-2)^n$ данные функции и найти радиус сходимости полученного ряда

$$1)\ \cos^2 z; \qquad 2)\ \frac{1}{2z-1}.$$

**2)** Найти все разложения в ряды Лорана по степеням $z - z_0$ и установить сходимости полученных рядов

1) $\frac{1}{z(z-1)}$, $z_0 = 1$; 2) $\frac{1}{z(z-1)}$, $z_0 = \infty$.

**3)** Найти конечные изолированные особые точки и выяснить их характер

1) $\frac{1}{(z^2+i)^3}$; 2) $\frac{1}{\sin z}$.

**Тема 4.2** Теория вычетов

**1)** Вычислить интегралы с помощью вычетов

1) $\int\limits_{|z-i|=1} \frac{dz}{z^2+1}$; 2) $\int\limits_{|z|=3} \frac{dz}{(z-1)^2(z+2)}$; 3) $\int\limits_{|z|=1} z^2 e^{\frac{3}{z}} dz$.

**2)** Вычислить с помощью вычетов несобственные интегралы

1) $\int\limits_{-\infty}^{+\infty} \frac{(3x+1)dx}{(1+x^2)^2}$; 2) $\int\limits_{-\infty}^{+\infty} \frac{x\sin x dx}{x^2+x+1}$.

**3)** Вычислить с помощью вычетов определенные интегралы

1) $\int\limits_0^{2\pi} \frac{dx}{2-\sin x}$; 2) $\int\limits_0^{2\pi} \frac{dx}{(2-\sin x)^2}$.

## 5 Оценивание обучающегося на зачете

Промежуточная аттестация производится на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой дисциплины.