МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ:**
Первый проректор
_____ А.А. Каракозов
(подпись)
«___» марта 2023 года

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
# Б.1.О.11 «КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ»
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 01.03.04 «Прикладная математика»
(код и наименование направления)

Направленность (профиль): «Прикладная математика и кибернетика», «Бизнес-аналитика финансовых систем»
(наименование профиля)

Программа: бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная
(очная, заочная, очно-заочная)

| | |
|---|---|
| Форма обучения: | очная |
| Семестр(ы) | 6 |
| Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах | 3/108 |
| Контактная работа (час.) | 70 |
| лекции (час.) | 34 |
| практические (семинарские) занятия (час.) | 34 |
| лабораторные работы (час.) | 17 |
| Самостоятельная работа (час.), в том числе | 38 |
| курсовой проект(работа) (семестр/час.) | - |
| Контроль (экзамен, час./зачёт) | зачет |

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Комплексный анализ» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» (направленность (профиль) – «Прикладная математика и кибернетика», «Бизнес-аналитика финансовых систем») для 2023 года приёма по очной форме обучения.

**Составитель:**
доцент кафедры «Прикладная математика
и искусственный интеллект»,
кандидат технических наук, доцент, _____ Прокопенко Е.В.
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Прикладная математика и искусственный интеллект».
Протокол от «15» марта 2023 года № 8

Заведующий кафедрой _____ Павлыш В.Н.
(подпись)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика».
Протокол от «15» марта 2023 года № 3

Председатель _____ Павлыш В.Н.
(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Прикладная математика и искусственный интеллект».

Протокол от «_____» _____20___ года № ___

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Прикладная математика и искусственный интеллект».
Протокол от «_____» _____20___ года № ___

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Прикладная математика и искусственный интеллект».
Протокол от «_____» _____20___ года № ___

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

## 1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Дисциплина рассматривает вопросы** теории функций комплексного переменного, их применение к решению задач прикладной математики и информатики.

**Целью дисциплины** является ознакомление студентов с важнейшими разделами теории комплексной переменной и ее приложениями и получение высшего профессионально профилированного (на уровне бакалавра) образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать универсальными и предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать** основные естественно-научные составляющие задач профессиональной деятельности, а также математические и физические понятия, концепции, теоремы, законы, алгоритмы решения задач; базовый математический аппарат, связанный с прикладной математикой и кибернетикой; основные математические методы, применяемые для решения исследовательских и проектных задач; современный математический аппарат и компьютерные технологии, используемые для решения задач прикладной математики;

**уметь** использовать методы решения задач, математические, физические законы для решения задач прикладного характера; осуществлять проверку адекватности математических моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем; использовать математический аппарат, методологию программирования и современные компьютерные технологии для решения практических задач получения, хранения, обработки и передачи информации;

**владеть** навыками использования основных математических, физических законов, теорем, алгоритмов решения задач в профессиональной деятельности; навыками выбора, доработки и применения математических методов и моделей для решения исследовательских и проектных задач; навыками использования математического аппарата, методологии программирования и современных компьютерных технологий для решения практических задач получения, хранения, обработки и передачи информации.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способность применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике. (ОПК-1)

- способность обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем (ОПК-2)

- способность использовать математический аппарат, методологию программирования и современные компьютерные технологии для решения практических задач получения, хранения, обработки и передачи информации.(ПК-3).

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые обучающийся приобрел при изучении предшествующих дисциплин: «Высшая математика», «Теория вероятностей и математическая статистика».

Знания и умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении индивидуального задания , изучении дисциплины, «Теория потенциала и интегральных уравнений», выполнении научно-исследовательской работы и прохождении государственной итоговой аттестации.

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

| Наименование тем (содержательных модулей) | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Всего | В том числе | | | |
| | | лекции | лабор. | практ. (семин.) | СРС |
| Тема 1. Комплексные числа, функции и действия над ними | 9 | 3 | 0 | 2 | 4 |
| Тема 2. Комплексные функции | 12 | 4 | 0 | 4 | 4 |
| Тема 3. Дифференцирование и интегрирование функций комплексного переменного | 13 | 4 | 0 | 4 | 5 |
| Тема 4. Ряды | 11 | 3 | 0 | 4 | 4 |
| Тема 5. Особые точки, вычеты, приложения | 12 | 4 | 0 | 4 | 4 |
| Тема 6. Классификация особых точек и вычеты в них. | 12 | 4 | 0 | 4 | 4 |
| Тема 7. Конформные отображения | 13 | 4 | 0 | 4 | 5 |
| Тема 8. Операционное исчисление | 12 | 4 | 0 | 4 | 4 |
| Тема 9. Преобразование Лапласа,свойства | 12 | 4 | 0 | 4 | 4 |
| Контактная работа (дополнительно) | 2 | | | | |
| Курсовой проект | 0 | | | | |
| Итого по видам занятий | | | | | |
| Контроль | 0 | | | | |
| **Итого:** | **108** | **34** | | **34** | **38** |

**Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины**

| Компетенции | Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции |
|---|---|
| **ОПК-1** | Темы 1,2,3,4 |
| **ОПК-2** | Темы 5, 6, 9 |
| **ПК-3** | Темы 2,7,8,9 |

**3.2. Лекции**

Тема 1. Комплексные числа, функции и действия над ними

Содержание темы 1:

Арифметика комплексных чисел. Геометрический смысл. Алгебраическая и тригонометрическая формы комплексных чисел. Элементарные функции комплексного переменного: возведение в целую степень и извлечение корня

Литература к теме 1: [1,2,3,4,5,6]

Тема 2. Комплексные функции

Содержание темы 2:

Дифференцируемость функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Простейшие свойства аналитических функций. Геометрический смысл производной. Аналитичность элементарных функций.

Литература к теме 2: [1,2,3,4,5,6]

Тема 3. Дифференцирование и интегрирование функций комплексного переменного

Содержание темы 3:

Интеграл от комплексной функции по комплексной переменной. Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши.

Литература к теме 3: [1,2,3,4,5,6]

Тема 4. Ряды

Содержание темы 4:

Числовые и функциональные ряды. Ряды Тейлора и Лорана. Классификация особых точек

Литература к теме 4: [1,2,3,4,5,6]

Тема 5. Особые точки, вычеты, приложения

Содержание темы 5:

Вычет в изолированной особой точке. Вычисление вычета в полюсах и существенно особых точках. Основная теорема теории вычетов.

Литература к теме 5: [1,2,3,4,5,6]

Тема 6. Классификация особых точек и вычеты в них.

Содержание темы 6:

Вычисление интегралов с помощью теории вычетов. Лемма Жордана.

Литература к теме 6: [1,2,3,4,5,6]

Тема 7. Конформные отображения

Содержание темы 7:

Конформные отображения. Теорема о необходимых и достаточных условиях конформности. Теорема о достаточных условиях однолистности. Принцип соответствия границ. Принцип симметрии. Теорема Римана. Отображения целой линейной функцией, степенной функцией, w=exp(z). Дробно-линейная функция. Круговое свойство.

Литература к теме 7: [1,2,3,4,5,6]

Тема 8. Операционное исчисление

Содержание темы 8:

Преобразование Лапласа. Преобразование Лапласа элементарных функций. Свойства преобразования Лапласа. Обратное преобразование Лапласа ( интеграл Меллина).

Литература к теме 8: [1,2,3,4,5,6]

Тема 9. Преобразование Лапласа, свойства.

Содержание темы 9:

Применение преобразования Лапласа к решению дифференциальных уравнений.и систем.

Литература к теме 9: [1,2,3,4,5,6]

### 3.3. Практические (семинарские) занятия

| № п/п | Тема занятия | Объем, час. | Литература |
|---|---|---|---|
| 1 | Комплексные числа, функции и действия над ними | 2 | [7,8,9] |
| 2 | Комплексные функции | 4 | [7,8,9] |
| 3 | Дифференцирование и интегрирование функций комплексного переменного | 4 | [7,8,9] |
| 4 | Ряды | 4 | [7,8,9] |
| 5 | Особые точки, вычеты, приложения | 4 | [7,8,9] |
| 6 | Классификация особых точек и вычеты в них. | 4 | [7,8,9] |
| 7 | Конформные отображения | 4 | [7,8,9] |
| 8 | Операционное исчисление | 4 | [7,8,9] |
| 9 | Преобразование Лапласа, свойства | 4 | [7,8,9] |
| **Итого:** | | **34** | |

### 3.4. Лабораторные работы

В учебном плане не запланировано.

### 3.5. Самостоятельная работа студента

| № п/п | Виды самостоятельной работы студента | Объем, час. |
|---|---|---|
| 1 | Изучение лекционного материала | 10 |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям | 10 |
| 3 | Подготовка к лабораторным работам | 9 |
| 4 | Выполнение индивидуального задания | 9 |
| **Итого:** | | **38** |

### 3.6. Индивидуальное задание

| № п/п | Название темы | Количество часов |
|---|---|---|
| 1 | Интегрирование функции комплексного переменного | 9 |
| **Итого** | | **9** |

## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

*Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

*Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

*Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по быстроте и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

*Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;

- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

### 4.2 Вопросы к зачету

1. Комплексные числа, действия с ними, модуль, аргумент.
Тригонометрическая форма записи комплексного числа. Расширенная комплексная плоскость.
2. Свойства модуля и аргумента комплексного числа. Формулы Муавра.
3. Формула Эйлера и следствтия из нее. Элементарные функции sin(z), cos(z), tg(z), sh(z), ch(z),Ln(z),Arcsin(z),Arccos(z)) .
4. Дифференцируемость функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана.
5. Простейшие свойства аналитических функций. Геометрический смысл производной. Аналитичность элементарных функций.
6. Интеграл от комплексной функции по комплексной переменной. Свойства интегралов.
7. Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши. Следствия из интегральной формулы Коши.
8. Ряды комплексных чисел. Абсолютная сходимость. Признаки сходимости. Ряды аналитических функций. Степенные ряды. Теорема Абеля. Радиус сходимости. Ряды Тейлора. Понятие об аналитическом продолжении.
9. Ряды Лорана. Изолированные особые точки, их классификация. Устранимая особая точка, полюс, сущестественно особая точка.
10. Вычет в изолированной особой точке. Вычисление вычета в полюсах и существенно особых точках. Основная теорема теории вычетов.
11. Вычисление определенных интегралов с помощью теории вычетов. Лемма Жордана.
12. Преобразование Лапласа. Область сходимости. Преобразование Лапласа элементарных функций.
13. Свойства преобразования Лапласа (линейность, теоремы подобия, запаздывания, дифференцирования оригинала, интегрирование оригинала, преобразование свертки, дифференцирование и интегрирование изображения, теорема смещения).
14. Обратное преобразование Лапласа (интеграл Меллина). Применение преобразования Лапласа к решению дифференциальных и интегральных уравнений.
15. Конформные отображения. Теорема о необходимых и достаточных условиях конформности. Принцип соответствия границ. Принцип симметрии. Теорема Римана.
16. Отображения целой линейной функцией, степенной функцией, w=exp(z).
17. Дробно-линейная функция, ее свойства.
18. Функция Жуковского, ее свойства.

### 4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Комплексный анализ» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

**Текущий контроль** знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам практических занятий, лабораторных работ, выполнения индивидуального задания, студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы. Выполнение заданий на практических занятиях, выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к зачету.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

| Форма контроля | Возможное количество баллов | Примечание |
|---|---|---|
| Для студентов очной формы обучения | | |
| Отчёт о выполнении задания на практическом занятии. Отчёт по лабораторной работе | 2 | Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата |
| | 1 | Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов |
| **Итого по практическим занятиям и лабораторным работам (максимально возможное)** | **34** | Из расчёта 17 аудиторных занятий для проведения практических занятий и лабораторных работ. Оценивается каждое занятие. |
| Выполнение индивидуального задания | **16** | При выполнении задания приняты правильные проектные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена грамотно |
| | **8** | Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, имеются замечанию по оформлению работы |
| **ИТОГО** | **50** | Максимально возможное |

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового зачета. Форма проведения зачета устная

**Итоговая оценка** определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам индивидуального задания. **Максимально возможное количество баллов – 100**.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ESTS:

| Сумма баллов по 100-бальной шкале | Оценка по шкале ECTS | Оценка по государственной шкале |
|---|---|---|
| 90-100 | A | Отлично |
| 80-89 | B | Хорошо |
| 75-79 | C | |
| 70-74 | D | Удовлетворительно |
| 60-69 | E | |
| 35-59 | FX | Неудовлетворительно |
| 0-34 | F* | |

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

### 4.4 Пример текущего опроса на практических занятиях и лабораторных работах

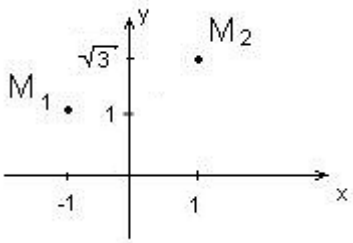
**Задание 1.**

1) Найти модуль и аргумент чисел $z_1 = -1 + i$ и $z_2 = 1 + \sqrt{3}i$. Изобразить числа на комплексной плоскости. Представить числа в тригонометрической и показательной форме.

2) Найти: а). $\bar{z}_1 \cdot z_2^2$; б). $z_2 / z_1$; в). $\sqrt[3]{z_1}$

**Решение.**

1) Изобразим числа на комплексной плоскости. При этом числу $z_1 = -1 + i$ будет соответствовать точка $M_1(-1; 1)$, числу $z_2 = 1 + \sqrt{3}i$ - точка $M_2(1; \sqrt{3})$.




Для нахождения модуля и аргумента заданных чисел воспользуемся формулами:

$$r = |z| = \sqrt{x^2 + y^2} \text{ и } \varphi = \arg z = \begin{cases} \operatorname{arctg}\dfrac{y}{x}, & \text{при } x > 0, \\ \operatorname{arctg}\dfrac{y}{x} + \pi, & \text{при } x < 0,\ y > 0, \\ \operatorname{arctg}\dfrac{y}{x} - \pi, & \text{при } x < 0,\ y < 0. \end{cases}$$

Получим:

$$r_1 = |z_1| = \sqrt{(-1)^2 + 1^2} = \sqrt{2},\ \varphi_1 = \arg z_1 = arctg\,\frac{-1}{1} + \pi = -\frac{\pi}{4} + \pi = \frac{3\pi}{4},$$

$$r_2 = |z_2| = \sqrt{1^2 + \sqrt{3}^2} = 2,\ \varphi_2 = \arg z_2 = arctg\,\frac{\sqrt{3}}{1} = \frac{\pi}{3}.$$

Чтобы перейти от алгебраической формы записи комплексного числа к тригонометрической и показательной применим формулы:

$$z = r(\cos\varphi + i\sin\varphi) \text{ и } z = re^{i\varphi}.$$

Использовав ранее полученные результаты, получим:

$$z_1 = \sqrt{2}\left(\cos\frac{3\pi}{4} + i\sin\frac{3\pi}{4}\right),$$

$$z_1 = \sqrt{2}e^{i\frac{3\pi}{4}},$$

$$z_2 = 2\left(\cos\frac{\pi}{3} + i\sin\frac{\pi}{3}\right),$$

$$z_1 = 2e^{i\frac{\pi}{3}}.$$

2) а) $\bar{z}_1 \cdot z_2^2 = (-1-i)\cdot\left(1+\sqrt{3}i\right)^2 = (-1-i)\cdot\left(1^2 + 2\sqrt{3}i + \left(\sqrt{3}i\right)^2\right) = (-1-i)\cdot\left(1+2\sqrt{3}i-3\right) =$

$$= (-1-i)\cdot\left(2\sqrt{3}i-2\right) = -2\sqrt{3}i + 2 - 2\sqrt{3}i^2 + 2i = -2\sqrt{3}i + 2 + 2\sqrt{3} + 2i =$$
$$= \left(2+2\sqrt{3}\right) + \left(2-2\sqrt{3}\right)i;$$

б) $\dfrac{z_2}{z_1} = \dfrac{1+\sqrt{3}i}{-1+i} = \dfrac{\left(1+\sqrt{3}i\right)(-1-i)}{(-1+i)(-1-i)} = \dfrac{-1-i-\sqrt{3}i-\sqrt{3}i^2}{(-1)^2 - i^2} = \dfrac{-1-i-\sqrt{3}i+\sqrt{3}}{1+1} =$

$$= \frac{-1+\sqrt{3}-\left(1+\sqrt{3}\right)i}{2} = \frac{-1+\sqrt{3}}{2} - \frac{1+\sqrt{3}}{2}i;$$

в) Применим формулу $\sqrt[n]{z} = \sqrt[n]{r}\left(\cos\dfrac{\varphi+2\pi k}{n} + i\sin\dfrac{\varphi+2\pi k}{n}\right)$, $k = 0, 1, ..., (n-1)$.

$$\sqrt[3]{z_1} = \sqrt[3]{-1+i} = \sqrt[3]{\sqrt{2}}\left(\cos\frac{3\pi/4 + 2\pi k}{3} + i\sin\frac{3\pi/4 + 2\pi k}{3}\right)$$

при $k = 0$: $\sqrt[6]{2}\left(\cos\dfrac{3\pi/4}{3} + i\sin\dfrac{3\pi/4}{3}\right) = \sqrt[6]{2}\left(\cos\dfrac{\pi}{4} + i\sin\dfrac{\pi}{4}\right) = \sqrt[6]{2}\left(\dfrac{\sqrt{2}}{2} + \dfrac{\sqrt{2}}{2}i\right)$;

при $k = 1$: $\sqrt[6]{2}\left(\cos\dfrac{3\pi/4 + 2\pi}{3} + i\sin\dfrac{3\pi/4 + 2\pi}{3}\right) = \sqrt[6]{2}\left(\cos\dfrac{11\pi}{12} + i\sin\dfrac{11\pi}{12}\right)$;

при $k = 2$: $\sqrt[6]{2}\left(\cos\dfrac{3\pi/4 + 4\pi}{3} + i\sin\dfrac{3\pi/4 + 4\pi}{3}\right) = \sqrt[6]{2}\left(\cos\dfrac{19\pi}{12} + i\sin\dfrac{19\pi}{12}\right) =$

$$= \sqrt[6]{2}\left(\cos\left(-\frac{5\pi}{12}\right) + i\sin\left(-\frac{5\pi}{12}\right)\right).$$

**Задание 2.** Вычислить значение функции $f(z)$ в точке $z_0$, ответ представить в алгебраической форме комплексного числа:

а) $f(z) = \cos z,\ z_0 = \dfrac{\pi}{3} + 3i$;

б) $f(z) = Arctgz,\ z_0 = \dfrac{1 - i\sqrt{3}}{2}$.

**Решение.**

а) $\cos\left(\dfrac{\pi}{3} + 3i\right) = \cos\dfrac{\pi}{3}\cos 3i - \sin\dfrac{\pi}{3}\sin 3i = \dfrac{1}{2}\mathrm{ch}3 - i\dfrac{\sqrt{3}}{2}\mathrm{sh}3;$

б) По определению $\mathrm{Arctg}\,z = -\dfrac{i}{2}\mathrm{Ln}\dfrac{i-z}{i+z}$.

$$\frac{i-z}{i+z} = \frac{i - \frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}}{i + \frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{-\frac{1}{2} + i\left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right)}{\frac{1}{2} + i\left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)} = i\left(2 + \sqrt{3}\right),$$

$$\mathrm{Arctg}\frac{1 - i\sqrt{3}}{2} = -\frac{i}{2}\mathrm{Ln}\frac{i-z}{i+z} = -\frac{i}{2}\mathrm{Ln}\,i\left(2+\sqrt{3}\right) = -\frac{i}{2}\left(\ln\left|i\left(2+\sqrt{3}\right)\right| + i\arg\left(i\left(2+\sqrt{3}\right)\right) + 2\pi k i\right) =$$

$$= \left|\begin{matrix}\left|i\left(2+\sqrt{3}\right)\right| = 2+\sqrt{3} \\ \arg\left(i\left(2+\sqrt{3}\right)\right) = \frac{\pi}{2}\end{matrix}\right| = -\frac{i}{2}\left(\ln\left(2+\sqrt{3}\right) + i\left(\frac{\pi}{2} + 2\pi k\right)\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{2} + 2\pi k\right) - \frac{i}{2}\ln\left(2+\sqrt{3}\right).$$

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам контрольных опросов в ходе проведения практических занятий.

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утвержденном приказом ДонНТУ от 02.05.2018г. № 337-14.

*При определения уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины.*

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *I Основная литература*


1. Бернштейн Т.В. Теория функций комплексной переменной : учебное пособие / Бернштейн Т.В., Прокудин Д.А.. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 64 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/78153.html
2. Гусак А.А. Теория функций комплексной переменной и операционное исчисление / Гусак А.А., Бричикова Е.А., Гусак Г.М.. — Минск : ТетраСистемс, 2002. — 208 с. — ISBN 985-470-054-2. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/28246.html
3. Абрамян М.Э. Лекции по интегральному исчислению функций одной переменной и теории рядов / Абрамян М.Э.. — Ростов-на-Дону, Таганрог :

Издательство Южного федерального университета, 2021. — 261 с. — ISBN 978-5-9275-3828-7. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/117154.html

***II Дополнительная литература***

4. Исаченко Н.А. Комплексный анализ в примерах и упражнениях. Интегралы и вычеты : учебное пособие / Исаченко Н.А.. — Омск : Издательство Омского государственного университета, 2019. — 120 с. — ISBN 978-5-7779-2370-7. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/108118.html

5. Бренерман М.Х. Комплексный анализ : учебное пособие / Бренерман М.Х.. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 127 с. — ISBN 978-5-7882-1871-7. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/61978.html

6. Бунин А.И. Комплексный анализ : учебное пособие по дисциплинам «Комплексный анализ», «Спецматематика» и «Математический анализ» / Бунин А.И.. — Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2014. — 129 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/101723.html

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ.**

7. Прокопенко Е.В. Конспект лекций по дисциплине «Комплексный анализ» »: для обучающихся по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика»/ ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. прикладной математики /Е.В. Прокопенко. – Донецк : ДОННТУ, 2022. –с.60 (доступ через личный кабинет студента).

8. Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине «Комплексный анализ» »: для обучающихся по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика»/ ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. прикладной математики / Е.В. Прокопенко – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. http://ed.donntu.ru/books/22/m8462.pdf

9. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Комплексный анализ» для обучающихся по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика»/ ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. прикладной математики / Е.В.Прокопенко – Донецк : ДОННТУ, 202. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. http://ed.donntu.ru/books/22/m8461.pdf

10. Методические указания для выполнения индивидуального задания по дисциплине «Комплексный анализ» для обучающихся по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика»/ ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. прикладной математики / Е.В.Прокопенко – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. Экрана. http://ed.donntu.ru/books/22/m8464.pdf

**Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – http://library.donntu.ru

ЭБС IPR SMART – http://www.iprbookshop.ru.

# 7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 7.1 Лекционные и практические занятия, выполнение курсовой работы:

Учебная аудитория № 11.517 учебный корпус 11 для проведения занятий лекционного и практического типа, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты. Мультимедийное оборудование: ноутбук, операционная система Microsoft Windows XP Libreoffice 5.3.4.(2017).

## 7.2 Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС - Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPLect-OrientedDynamicLearning Environment, лицензия GNUGPL