МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
| Институт информационных технологий, математики и механики |

|  |
| --- |
| УТВЕРЖДАЮ: |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Директор |  | В.П. Гергель |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| « |  | » |  |  | 2017 г. |

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **Комплексный анализ** |

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **Бакалавриат** |

Направление подготовки

|  |
| --- |
| **01.03.02 Прикладная математика и информатика** |

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| **Прикладная математика и информатика (общий профиль)** |

Квалификация (степень)

|  |
| --- |
| **Бакалавр** |

Форма обучения

|  |
| --- |
| **Очная** |

Нижний Новгород

2017

**1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП**

Курс «Комплексный анализ» относится к вариативной части ОПОП бакалавриата по направлению подготовки «01.03.02 Прикладная математика и информатика».

Преподается в 5 семестре. Индекс дисциплины **Б1.В.15**

Форма отчетности экзамен (5 семестр).

**Целями освоения дисциплины являются**:

* Комплексный анализ - одна из фундаментальных дисциплин в классическом образовании математика, способствующая развитию как аналитического, так и геометрического мышления, позволяющая обобщить и развить основные понятия математического анализа и познакомить с новыми эффективными методами исследования функций.
* Методы Комплексного анализа находят применение как в различных разделах чистой математики (алгебра, дифференциальные уравнения и теория чисел), так и в прикладных дисциплинах (теория управления, гидро- и аэродинамика, теория упругости).
* Овладение основными методами и приемами теории аналитических функций, позволяющими решать конкретные прикладные задачи.
* воспитание у студентов математической культуры;
* формирование математического мышления;
* привитие навыков работы в команде;
* развитие способностей к самоорганизации и самообразованию.

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

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций** |
| ***ОК-7***  способность к самоорганизации и самообразованию  (Базовый этап) | ***ЗНАТЬ***:  З1(ОК7*)* современные образовательные и информационные технологии.  ***УМЕТЬ***  У1(ОК7) анализировать требования к разработке вариантов реализации информационной системы;  У2(ОК7) анализировать и осуществлять поискнаучных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников.  ***ВЛАДЕТЬ***  *В1 (ОК7)* навыками приобретения новых научных и профессиональных знаний, используя современные образовательные и информационные технологии. |
| ***ОПК-1***  способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики,  основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой  (Базовый этап) | ***ЗНАТЬ***  З1(ОПК1) – основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой.  ***УМЕТЬ*** У1(ОПК1)-использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики;У2(ОПК1)- решать математические задачи и проблемы, аналогичные ранее изученным, но более высокого уровня сложности;У3(ОПК1)- решать математические задачи, которые требуют некоторой оригинальности мышления; У4(ОПК1) - переводить на математический язык проблемы среднего уровня сложности, поставленные в терминах других предметных областей, и использовать превосходства математической формулировки для их решения.  **ВЛАДЕТЬ**  В1(ОПК1) математическим мышлением, математической культурой как частью профессиональной и общечеловеческой культуры;  В2(ОПК1)) навыками проведения анализа алгоритмических, методических и технологических проблем, возникающих при разработке информационных систем;  В3(ОПК1)) способностью к разработке новых алгоритмических, методических и технологических решений. |
| ***ПК-2***  способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат  (Базовый этап) | ***ЗНАТЬ***  З1(ПК2) понятия и утверждения дисциплины «Комплексный анализ»:  1. Понятие комплексного числа и его геометрическую интерпретацию*;*  *2.* Понятие сферы Римана. Стереографическая проекция;  3. понятие функции комплексного переменного. Понятие однозначности и однолистности. Определение обратной функции;  4. Свойства функций  и ;  5. Определение непрерывной функции ;  6. Понятие точки ветвления;  7. Основные элементарные функции комплексного переменного: , , , ,  и  (‑ произвольное комплексное число);  8. Определение дифференцируемой функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Понятие голоморфной функции. Определение гармонические функции;  9. Простейшие конформные отображения. Линейная функция. Дробно-линейная функция;  10. Интегральную формулу Коши. Интеграл типа Коши. Формулу для производных интеграла Коши;  11. Понятие регулярной функции комплексного переменного. Разложение функций в степенные ряды. Теорема единственности и принцип аналитического продолжения;  12. Определение ряда Лорана. Основные приёмы разложения функций в ряд Лорана;  13. Определение изолированных особых точек однозначного характера (и.о.т.х.). Определение неизолированных особых точек. Точки, предельные для полюсов. Точки неоднозначного характера;  14. Понятие вычета. Применение теории вычетов к вычислению определенных интегралов;  ***УМЕТЬ***  У1(ПК2**)**использовать на практике знания, полученные при изучении дисциплины*«*Комплексный анализ*».*  У2(ПК2)проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним;  У3(ПК2) решать математические задачи, которые требуют некоторой оригинальности мышления;  ***ВЛАДЕТЬ***  В1(ПК2)навыками применения методов дифференциального и интегрального исчислений для решения геометрических и физических задач, анализа и моделирования различных процессов. |
| ***ПК-5***  способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и  технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее – сеть «Интернет»)  и в других источниках  (Базовый этап) | **ЗНАТЬ:**  *З1(ПК5)* о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"  **УМЕТЬ**  У1(ПК5) искать информацию о научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников.  У2(ПК5) анализировать требования варианты реализации информационной системы;  У3(ПК5) анализировать и выбирать современные технологии и методики выполнения работ по реализации информационной системы;  У4(ПК5) оценить качества, надежность и эффективность информационной системы.  **ВЛАДЕТЬ**  В1(ПК5) навыками приобретения новых научных и профессиональных знаний, используя современные образовательные и информационные технологии;  В2(ПК5) способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности;  В3(ПК5) навыками сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований, необходимых для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемам. |

1. **Структура и содержание дисциплины «**Комплексный анализ**»**

Объем дисциплины составляет **4** зачетные единицы, всего **144** часа, из которых

**66** часов составляет **контактная работа** обучающегося с преподавателем:

**32** часа занятия лекционного типа,

**32** часа практические занятия,

**2** часа – мероприятия промежуточной аттестации

**78** часов составляет **самостоятельная работа** обучающегося (в т.ч. 36 часов подготовки к экзамену)

Содержание дисциплины

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине** | **Всего**  **(часы)** | в том числе | | | | |
| **контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  из них | | | | **Самостоятельная**  **работа студента**  **часы** |
| **Занятия лекционного типа** | **Занятия семинарского типа** | **Лабораторные** | **Всего**  **контактных часов** | **СРС** |
| **Введение**  **1. Краткие исторические сведения. Комплексные числа. Комплексная плоскость. Комплексная сфера.** Комплексные числа и действия над ними. Комплексная плоскость. Различные формы записи комплексного числа. Геометрическая интерпретация действий над комплексными числами.Последовательности комплексных чисел. Предел последовательности. Необходимые и достаточные условия существования предела. Теорема Больцано - Вейерштрасса и критерий Коши.Сравнение свойств последовательностей , , . Бесконечно удалённая точка.Числовые ряды. Сумма ряда. Критерий сходимости ряда.Сфера Римана. Стереографическая проекция. Сферическая метрика.Множества и кривые на комплексной плоскости. Конечные, ограниченные и неограниченные множества. Внутренние, внешние и граничные точки множества. Открытые и замкнутые множества. Связность. Область. Порядок связности области. Непрерывная кривая. Гладкие и кусочно-гладкие кривые. | 16 | 4 | 4 |  | 8 | 8 |
| **2. Функции комплексного переменного.** Понятие функции. Функция как отображение. Обратная функция. Однозначные и однолистные функции. Функции  и . Точки ветвления функции .Предел функции. Необходимые и достаточные условия существования предела.Непрерывные функции. Необходимые и достаточные условия непрерывности функции в точке. Равномерная непрерывность. Основные теоремы о непрерывных функциях.Дифференцирование функции комплексного переменного. Определение производной. Необходимые и достаточные условия дифференцируемости функции. Условия Коши – Римана. Голоморфная функция. геометрический смысл производной. | 16 | 4 | 4 |  | 8 | 8 |
| **3. Основные сведения о конформных отображениях** Понятие конформного отображения. Конформность в точке комплексной плоскости. Угол между кривыми в бесконечности. Конформность в бесконечности. Конформность в области. Формулировки основных теорем о конформных отображениях (принцип сохранения области, правило обхода границы, теорема Римана). Линейная функция. Дробно-линейная функция (перечислить основные свойства). Отображение полуплоскости и единичного круга на единичный круг. | 16 | 4 | 4 |  | 8 | 8 |
| **4. Интегрирование функций комплексного переменного**. Определение интеграла по кривой. Способы вычисления интеграла. Основные свойства интегралов от комплексных функций.Интегральная теорема Коши. Обобщенная теорема Коши. Теорема Коши для конечносвязной области.Первообразная и неопределённый интеграл. теорема о первообразной. Формула Ньютона – Лейбница.Интегральная формула Коши. Теорема о среднем. Теорема о среднем для гармонической функции.Интеграл типа Коши. Теорема о производных интеграла типа Коши. | 17 | 4 | 4 |  | 8 | 9 |
| **5. Функциональные ряды.** Функциональные ряды. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости ряда. Теоремы о непрерывности суммы ряда и о возможности почленного интегрирования ряда. Теорема Вейерштрасса о почленном дифференцировании функционального ряда.Степенные ряды. Теорема Абеля. Область сходимости степенного ряда. Формула Коши – Адамара. единственность суммы степенного ряда.Сложение, умножение и деление степенных рядов. | 17 | 4 | 4 |  | 8 | 9 |
| **6. Регулярные функции.** Понятие регулярной функции. Основной критерий регулярности. Неравенства Коши для коэффициентов ряда Тейлора. Теорема Лиувилля и доказательство основной теоремы высшей алгебры.Теорема единственности регулярной функции. Понятия и принципы аналитического продолжения.Разложение в степенные ряды основных элементарных функций. | 17 | 4 | 4 |  | 8 | 9 |
| **7. Интегралы, зависящие от параметра.** Теоремы о предельном переходе под знаком интеграла, о непрерывности интеграла по параметру, об изменении порядка интегрирования. Теорема о регулярности интеграла, зависящего от параметра.Несобственные интегралы от функции комплексного переменного (с особенностью в бесконечности и с особенностью в конечной точке). Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Равномерная сходимость. Теоремы о регулярности несобственного интеграла по параметру. | 17 | 4 | 4 |  | 8 | 9 |
| **8. Ряд Лорана и изолированные особые точки однозначного характера.** Ряд Лорана (определение). Область сходимости ряда Лорана. регулярность суммы ряда в области сходимости. Устранимая особая точка. Теорема об ограниченности функции в окрестности устранимой особой точки. Полюс. Связь между нулями и полюсами. Кратность полюса. Ряд Лорана в окрестности полюса. Целые функции. Мероморфные функции. Теорема о мероморфной функции с конечным числом полюсов. | 13 | 2 | 2 |  | 4 | 9 |
| **9. Теория вычетов и её применения.** Определение вычета. Вычисление вычета. Основная теорема о вычетах. Следствие основной теоремы о вычетах. Нахождение вычета в случае полюса. Логарифмический вычет. Принцип аргумента. Теорема Руше. теорема об обратной функции. | 13 | 2 | 2 |  | 4 | 9 |
| **В т.ч. текущий контроль** | **2** |  |  |  |  |  |
| **Промежуточная аттестация – Экзамен** |  |  |  |  |  |  |

1. **Образовательные технологии**

Основной формой организации учебного процесса являются лекционные занятия. При выполнении практических работ, при самостоятельной работе студенты имеют доступ к материалам курса, размещенным в системе электронного обучения ННГУ по адресу <http://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1660>, режим доступа – требует авторизации.

Используются активные и интерактивные образовательные технологии в форме лекций, практических занятий.

**Лекция-информация.** Ориентирована на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию.

**Практические занятия.** Одна из форм учебного занятия, направленная на развитие самостоятельности обучающихся и приобретение умений и навыков. Данные учебные занятия углубляют, расширяют, детализируют полученные на лекции знания. Практическое занятие предполагает выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателей нескольких домашних практических работ.

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

**5.1 Виды самостоятельной работы студентов**

Выполнение практических заданий (оценка формирования **ОПК-1, ПК-2):**

1.Найти модуль и аргумент комплексного числа

Ответ: .

2. Написать в тригонометрической и показательной форме комплексное число:

1) 2)

Ответ: ;

.

3. Вычислить

Ответ: .

4. Вычислить

Ответ:

5. Найти все корни уравнения

Ответ:

6. Описать кривые

Ответ: Обе кривые – одно и тоже множество точек: отрезок действительной оси [-1;1], но проходимый в противоположных направлениях, т.е. - разные кривые.

7. Описать область

Ответ: D – круг с выколотым центром. Ее граница есть объединение двух замкнутых связных множеств – окружности с центром в точке радиуса и точки Область D – двухсвязная.

**5.2 Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов, практические задания для проведения текущего контроля**

### Евграфов М.А. Аналитические функции. Учебное пособие, 3-е издание. – М.: Наука, 1991.

### <https://e.lanbook.com/book/134?category_pk=917#authors>

1. Сандаков Е.Б., Селиванова С.Г.Сборник домашних заданий по теории функций комплексного переменного.

<https://e.lanbook.com/book/75857?category_pk=911#authors>

**5.3 Вопросы для контроля:**

#### Интегральная формула Коши.

#### Ряд Лорана. Теорема Лорана.

#### Теорема Вейерштрасса (о почленном дифференцировании функ-ционального ряда).

#### Теорема Сохоцкого.

#### Определение вычета. Основная теорема о вычетах. Следствие.

#### Интегральная теорема Коши.

#### Теорема о первообразной. Неопределенный интеграл.

#### Понятие римановой поверхности. Риманова поверхность функции .

#### Теоремы о логарифмическом вычете.

#### Интеграл типа Коши.

#### Теорема об особых точках суммы степенного ряда на границе круга сходимости.

#### Геометрический смысл производной.

#### Вычисление интеграла .

#### Устранимая особая точка.

#### Логарифмический вычет. Принцип аргумента.

#### Гармонические функции.

#### Обобщенная теорема о вычетах.

#### Бесконечная дифференцируемость голоморфной функции. Теорема Морера.

#### Теорема об особой точке суммы степенного ряда на границе круга сходимости.

#### Интеграл по кривой от функции комплексного переменного. Свойства интегралов.

#### Теоремы Принсгейма и Фабри (формулировки). Пример степенного ряда, для суммы которого все граничные точки круга сходимости являются особыми.

#### Интеграл от функции комплексного переменного. Свойства интеграла.

#### Теорема о бесконечной дифференцируемости голоморфной функции.

#### Интеграл, зависящий от параметра. Теорема об изменении порядка интегрирования.

#### Вычет. Определение и вычисление.

#### .Теорема Сохоцкого. Формулировка теоремы Пикара.

#### Понятие несобственного интеграла. Интеграл, зависящий от параметра. Равномерная сходимость.

#### Полюс. Порядок полюса. Ряд Лорана в окрестности полюса.

#### Существенно-особая точка. Ряд Лорана в окрестности существенно-особой точки. Теорема Пикара.

#### Понятие и принцип аналитического продолжения.

#### Теорема об обратной функции.

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**, включающий:
   1. **Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

***Оценка уровня формирования компетенции ОК-7:***

способность к самоорганизации и самообразованию

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения | | | | |
| Плохо | Неудовлетворительно | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
| **Знать**: З1(ОК7)  современные образовательные и информационные технологии. | Отсутствие знаний современных образовательных и информационных технологий. | Фрагментарные знания современных образовательных и информационных технологий. | Общие, но не структурированные знания современных образовательных и информационных технологий. | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современных образовательных и информационных технологий. | Сформированные систематические знания современных образовательных и информационных технологий. |
| **Уметь**:  У1(ОК7) анализировать требования к разработке вариантов реализации информационной системы;  У2(ОК7) анализировать и осуществлять поиск научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников. | Отсутствие умений использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | Частично освоенное умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | Сформированное систематическое умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации |
| **Владеть:**  В1(ОК7) навыками приобретения новых научных и профессиональных знаний, используя современные образовательные и информационные технологии | Отсутствие навыков логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | Фрагментарное владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | В целом успешное не систематическое владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | Успешное и последовательное владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи |

*Оценка уровня формирования компетенции* ***ОПК-1****:*

*способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой:*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения | | | | |
| Плоха | Неудовлетворительно | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
| **Знать:** З1(ОПК1)  основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой. | Отсутствие знаний основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности | Фрагментарные знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности | Общие, но не структурированные знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности | Сформированные систематические знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности |
| **Уметь:** У1(ОПК1)-использовать базовые знания естественных наук, математики и информатикиУ2(ОПК1)- решать математические задачи и проблемы, аналогичные ранее изученным, но более высокого уровня сложности;У3(ОПК1)- решать математические задачи, которые требуют некоторой оригинальности мышления; У4(ОПК1) - переводить на математический язык проблемы среднего уровня сложности, поставленные в терминах других предметных областей, и использовать превосходства математической формулировки для их решения; | Отсутствие умений использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | Частично освоенное умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | Сформированное систематическое умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации |
| **Владеть:** В1(ОПК1)  математическим мышлением, математической культурой как частью профессиональной и общечеловеческой культуры;  В2(ОПК1) навыками проведения анализа алгоритмических, методических и технологических проблем, возникающих при разработке информационных систем;  В3(ОПК1)способностью к разработке новых алгоритмических, методических и технологических решений | Отсутствие навыков логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | Фрагментарное владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | В целом успешное не систематическое владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | Успешное и последовательное владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи |

*Оценка уровня формирования компетенции* ***ПК-2****:*

*способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат:*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения | | | | |
| Плоха | Неудовлетворительно | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
| **Знать:**  З1(ПК2)  понятия и утверждения дисциплины «Комплексный анализ» | Отсутствие знаний основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности | Фрагментарные знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности | Общие, но не структурированные знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности | Сформированные систематические знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности |
| **Уметь:**  У1(ПК2)использовать на практике знания, полученные при изучении дисциплины *«*Комплексный анализ*».*  У2(ПК2)проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним;  У3(ПК2) решать математические задачи, которые требуют некоторой оригинальности мышления; | Отсутствие умений использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | Частично освоенное умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | Сформированное систематическое умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации |
| **Владеть:**  В1(ПК2) навыками применения методов дифференциального и интегрального исчислений для решения геометрических и физических задач, анализа и моделирования различных процессов | Отсутствие навыков логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | Фрагментарное владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | В целом успешное не систематическое владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | Успешное и последовательное владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи |

*Оценка уровня формирования компетенции* ***ПК-5:***

*способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее – сеть «Интернет») и в других источниках:*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения | | | | |
| Плоха | Неудовлетворительно | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
| **Знать:**  *З1(ПК5)* о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" | Отсутствие знаний основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности | Фрагментарные знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности | Общие, но не структурированные знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности | Сформированные систематические знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности |
| **Уметь:**  У1(ПК5) искать информацию о научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников.  У2(ПК5) анализировать требования варианты реализации информационной системы;  У3(ПК5) анализировать и выбирать современные технологии и методики выполнения работ по реализации информационной системы;  У4(ПК5) оценить качества, надежность и эффективность информационной системы. | Отсутствие умений использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | Частично освоенное умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации | Сформированное систематическое умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации |
| **Владеть:**  В1(ПК5) навыками приобретения новых научных и профессиональных знаний, используя современные образовательные и информационные технологии;  В2(ПК5) способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности.  В3(ПК5) навыками сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований, необходимых для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемам; | Отсутствие навыков логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | Фрагментарное владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | В целом успешное не систематическое владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи | Успешное и последовательное владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи |

**6.2 Описание шкал оценивания**

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Уровень подготовки** |
| Превосходно | Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий поход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях.  100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий |
| Отлично | Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше |
| Очень хорошо | Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п.  Студент активно работал на практических занятиях.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%. |
| Хорошо | В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%. |
| Удовлетворительно | Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки при ответе, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%. |
| Неудовлетворительно | Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%. |
| Плохо | Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %. |

**6.3 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций**

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

- индивидуальное собеседование, как вид текущего контроля;

- письменные ответы на вопросы на экзамене.

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

- практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

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

**Типовые контрольные задания** (оценка формирования **ОПК-1, ПК-2):**

**Типовые контрольные задания** (оценка формирования **ОПК-1, ПК-2):**

1. Пусть Доказать, что .

Решение: Положим , можно считать тогда и представим . Воспользовавшись формулой бинома Ньютона, получим оценку

Следовательно,

,

2. Доказать сходимость ряда

Найти его сумму.

Решение: Рассмотрим

отсюда

Так как

**Типовые практические задания к зачету для оценивания результатов обучения в виде умений и владений формирования ОПК-1, ПК-2.**

1.Найти модуль и аргумент комплексного числа

Ответ: .

2. Написать в тригонометрической и показательной форме комплексное число:

1) 2)

Ответ: ;

.

Пример экзаменационных билетов (оценка формирования ОК7, ОПК1, ПК2, ПК5)

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет

им. Н.И. Лобачевского

Институт ИТММ

Кафедра Дифференциальных уравнений, математического и численного анализа

#### Дисциплина Комплексный анализ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Комплексные числа; поле комплексных чисел; комплексная плоскость.

2. Дробно-линейная функция: однолистность и конформность.

3. Вычислить.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Экзаменатор\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ. <http://www.unn.ru/site/images/docs/obrazov-org/Formi_stroki_kontrolya_13.02.2014.pdf>

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

1. **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

### 1. Евграфов М.А. Аналитические функции. Учебное пособие, 3-е издание. – М.: Наука, 1991.

### Адрес доступа: ЭБС Лань: <https://e.lanbook.com/book/134?category_pk=917#authors>

2. Сандаков Е.Б., Селиванова С.Г.Сборник домашних заданий по теории функций комплексного переменного. Адрес доступа: ЭБС Лань: <https://e.lanbook.com/book/75857?category_pk=911#authors>

б) дополнительная литература:

1. Теория функций комплексного переменного [Электронный ресурс] / Шабунин М. И. - М.: БИНОМ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996307814.html>

2. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.М. Петрушко [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2010. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/526>.

3. Привалов, И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2009. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/322>.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://www.unn.ru/books/resources.html>

<http://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1660>

<http://www.studentlibrary.ru>

<https://e.lanbook.com/book/134?category_pk=917#authors>

1. **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ. Наличие рекомендованной литературы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Автор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Филиппов В.Н.

Рецензент: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой ДУМиЧА\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Д.В. Баландин

Программа одобрена методической комиссией Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от 29 августа 2017 года, протокол № 20