

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
"Пермский государственный национальный  
исследовательский университет"**

**Физико-математический институт**

Авторы-составители: **Шилова Елена Алексеевна  
Левко Светлана Владимировна  
Скачкова Елена Александровна**

Рабочая программа дисциплины

**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО  
АНАЛИЗА И ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО  
ПЕРЕМЕННОГО**

Код УМК 101411

Утверждено  
Протокол №1  
от «19» июня 2024 г.

Пермь, 2024

**1. Наименование дисциплины**

Дополнительные главы математического анализа и теория функций комплексного переменного

**2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.04** Прикладная математика

направленность Интеллектуальный анализ данных, программирование и искусственный интеллект

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Дополнительные главы математического анализа и теория функций комплексного переменного** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.03.04** Прикладная математика (направленность : Интеллектуальный анализ данных, программирование и искусственный интеллект)

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

#### **Индикаторы**

**ОПК.1.1** Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	01.03.04 Прикладная математика (направленность: Интеллектуальный анализ данных, программирование и искусственный интеллект)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ семестров, выделенных для изучения дисциплины</b>	3,4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	8
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	288
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	112
<b>Проведение лекционных занятий</b>	56
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	56
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	176
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (2) Письменное контрольное мероприятие (6)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (3 семестр) Экзамен (4 семестр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Входной контроль

Комплексные числа и действия над ними. Корень из комплексного числа, формула Муавра, формула Эйлера

### 1 семестр

#### Тема 5. Числовые ряды

Числовой ряд и его сходимость. Критерий Коши. Основные свойства сходящихся рядов, необходимое условие сходимости. Критерий сходимости знакоположительного ряда. Признаки сравнения в простой и предельной форме. Признаки Даламбера, Коши, интегральный признак.

Абсолютная и условная сходимость знакопеременных рядов. Признак Лейбница. Признак Абеля-Дирихле.

#### Тема 1. Функциональные ряды

Понятие функциональной последовательности и функционального ряда. Равномерная сходимость на множестве, критерий Коши равномерной сходимости. Достаточные признаки равномерной сходимости: признак Вейерштрасса, признак Абеля-Дирихле, признак Дини. Свойства равномерно сходящихся последовательностей и рядов: непрерывность суммы (предельной функции), почленное интегрирование и дифференцирование.

Степенной ряд и область его сходимости, теорема Коши-Адамара. Функциональные свойства степенных рядов. Разложение функций в степенные ряды. Ряды Тейлора. Оценка погрешностей.

Ортогональные системы функций. Свойства периодических функций. Определение коэффициентов Фурье; случай четной и нечетной функций.

Разложение функций в ряд Фурье. Интеграл Дирихле. Основная лемма. Принцип локализации. Теорема о сходимости ряда Фурье в точке. Разложение функций, заданных на отрезке, в неполные ряды Фурье.

#### КТ 1

Нахождение области сходимости функциональных и степенных рядов. Разложение функций в ряд Тейлора. Приближённые вычисления. Разложение функций в ряд Фурье. Построение графика суммы ряда Фурье.

#### КТ 2

Знание основных понятий математического анализа, используемых в 1 семестре, и умение их формулировать (в том числе на языке «ε-η»).

Знание основных теорем математического анализа, используемых в 1 семестре, и умение их формулировать. Умение применять эти теоремы для установления свойств числовых и функциональных рядов.

Умение решать практические задания на основании понятий, методов и теорем, изученных в 1 семестре.

#### Тема 2. Кратные интегралы

Задача об объеме криволинейного цилиндра. Определение двойного интеграла. Необходимое условие интегрируемости функции. Суммы Дарбу, их свойства. Условия существования интеграла. Классы интегрируемых функций. Вычисление двойного интеграла путем сведения к повторному: а) случай прямоугольной области; б) случай произвольной области.

Преобразование плоских областей. Криволинейные координаты, выражение площади в криволинейных координатах. Замена переменных в двойном интеграле.

Примеры применения двойного интеграла: для вычисления площади кватрируемой фигуры, для вычисления объема криволинейного цилиндра, для вычисления механических величин (массы

пластинки, координат центра тяжести пластинки).

Определение тройного интеграла, его свойства, вычисление путем сведения к повторному, замена переменных в тройном интеграле.

### **КТ 3**

Вычисление двойных и тройных интегралов путем сведения к повторным и методом замены переменных. Решение задач на нахождение физических и геометрических приложений кратных интегралов.

### **Тема 3. Криволинейные и поверхностные интегралы**

Криволинейные интегралы первого рода. Определение, свойства, условия существования, способ вычисления, механическая интерпретация.

Криволинейные интегралы второго рода. Определение, свойства, способ вычисления. Криволинейный интеграл по замкнутому контуру. Механическая интерпретация.

Условия независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования. Формула Грина. Нахождение функции по ее полному дифференциалу.

Поверхностный интеграл первого рода. Определение, способ вычисления. Механические приложения. Двусторонние поверхности, ориентация поверхности. Поверхностный интеграл второго рода. Определение, сведение поверхностного интеграла к двойному, связь с интегралом первого рода. Формула Остроградского. Формула Стокса, применение ее к исследованию пространственных криволинейных интегралов.

Понятие о дифференциальных формах и интегрирование их по цепям: абстрактная теорема Стокса и получение из нее элементарной формулы Стокса и формулы Остроградского-Гаусса

### **КТ 4**

Сведение криволинейного интеграла к определённого. Сведение поверхностного интеграла к двойному. Вычисление потока, циркуляции и других физических приложений.

### **ИКМ 1**

Знание основных понятий математического анализа, используемых в 4 семестре, и умение их формулировать.

Знание основных теорем математического анализа, используемых в 4 семестре, и умение их формулировать. Умение применять эти теоремы для установления свойств числовых и функциональных рядов.

Умение решать практические задания на основании понятий, методов и теорем, изученных в 4 семестре.

## **2 семестр**

### **Тема 5. Числовые ряды**

Числовой ряд и его сходимость. Критерий Коши. Основные свойства сходящихся рядов, необходимое условие сходимости. Критерий сходимости знакоположительного ряда. Признаки сравнения в простой и предельной форме. Признаки Даламбера, Коши, интегральный признак.

Абсолютная и условная сходимость знакопеременных рядов. Признак Лейбница. Признак Абеля-Дирихле.

### **Тема 4. ФКП**

Функция комплексного переменного, действительная и мнимая части ФКП, функция как отображение множества на плоскости, основные примеры элементарных функций, основные трансцендентные функции, решение трансцендентных уравнений

Дифференцирование ФКП, условия Коши-Римана, аналитические функции, свойства аналитических функций, геометрический смысл комплексной дифференцируемости

### **Тема 5. Конформные отображения**

Принципы конформных отображений, отображения дробно линейными функциями, автоморфизмы дробно-линейных преобразований, отображение двуугольников, отображение плоскостей с разрезами, отображение полос и полуполос.

#### **КТ 5**

Рассмотреть и доказать основные свойства аналитических функций, решить основные задачи по свойствам аналитических функций

### **Тема 6. Интегрирование ФКП**

интегрирование ФКП, свойства интеграла, способы вычисления, интегралы Коши, интегральные формулы Коши

### **Тема 7. Особые точки ФКП**

изолированные особые точки аналитических функций, неизолированные особые точки, виды особых точек: устранимые особые точки, вычеты, существенно особые точки, особенность на бесконечности

### **Тема 8. Вычеты и их приложения**

вычеты в изолированных особых точках, формулы для вычисления вычетов, теорема Коши о вычетах, теорема о полной сумме вычетов, приложения вычетов для вычисления интегралов,

#### **ИКМ 2**

исследование аналитических функций по особым точкам, вычисление несобственных интегралов с помощью вычетов, логарифмический вычет по контуру, принцип аргумента, теорема Руше об определении числа корней алгебраического уравнения в замкнутой области

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Часть 2 : учебник для академического бакалавриата / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. — 3-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 324 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-09085-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/427043>
2. Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Часть 1 в 2 кн. Книга 1 : учебник для академического бакалавриата / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 324 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07067-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/437203>
3. Теория функций комплексного переменного : учебное пособие / Н. В. Гредасова, Н. И. Желонкина, М. А. Корешникова [и др.] ; под редакцией А. Н. Сесекина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 128 с. — ISBN 978-5-7996-2472-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/106793>
4. Волковьский Л. И., Лунц Г. Л., Араманович И. Г. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: учебное пособие для студентов вузов / Л. И. Волковьский, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006, ISBN 5-9221-0264-8. — 312.

### Дополнительная:

1. Садовничая, И. В. Математический анализ. Предел и непрерывность функции одной переменной : учебное пособие для академического бакалавриата / И. В. Садовничая, Т. Н. Фоменко ; под общей редакцией В. А. Ильина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 115 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-08473-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/441132>
2. Баврин, И. И. Математический анализ : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / И. И. Баврин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 327 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04617-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/427808>
3. Высшая математика. Том 4. Дифференциальные уравнения. Ряды. Ряды Фурье и преобразование Фурье. Дифференциальное и интегральное исчисление функций нескольких переменных. Теория поля : учебник / А. П. Господариков, М. А. Зацепин, Г. А. Колтон [и др.] ; под редакцией А. П. Господариков. — Санкт-Петербург : Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015. — 213 с. — ISBN 978-5-94211-713-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/71690.html>
4. Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Часть 1 в 2 кн. Книга 2 : учебник для академического бакалавриата / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 315 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07069-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/437204>
5. Математический анализ и дискретная математика : учебное пособие для вузов / Е. Г. Плотникова, С. В. Левко, В. В. Логинова, Г. М. Хакимова ; под общей редакцией Е. Г. Плотниковой. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 300 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-07545-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/441347>

6. Садовничая, И. В. Математический анализ. Дифференцирование функций одной переменной : учебное пособие для академического бакалавриата / И. В. Садовничая, Т. Н. Фоменко, Е. В. Хорошилова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 156 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06595-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/441131>
7. Привалов, И. И. Ряды Фурье : учебник для вузов / И. И. Привалов. — 5-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 164 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-03203-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/433811>
8. Садовничая, И. В. Математический анализ. Функции многих переменных : учебник и практикум для академического бакалавриата / И. В. Садовничая, Т. Н. Фоменко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 206 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06584-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/438941>
9. Волковыский Л. И., Лунц Г. Л., Араманович И. Г. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: Учеб. пособие / Л. И. Волковыский, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002, ISBN 5-9221-0264-8. - 312.
10. Теория функций комплексного переменного. Пер. с рум. / С. Стоилов. Т. 2. - М.: Иностран. лит., 1962. - 414
11. Шабат А. Б. Введение в комплексный анализ. учебник для механико-математических специальностей университетов : в 2 ч. Ч. 1. Функции одного переменного / Б. В. Шабат. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Наука, 1985. - 336. - Предм. указ.: с. 334-336
12. Краснов М. Л., Киселев А. И., Макаренко Г. И. Функции комплексного переменного. Операционное исчисления. Теория устойчивости: учебное пособие / М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко. - Москва: Наука, 1981. - 303.
13. Шабат А. Б. Введение в комплексный анализ. учебник для механико-математических специальностей университетов : в 2 ч. Ч. 1. Функции одного переменного / Б. В. Шабат. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Наука, 1985. - 336. - Предм. указ.: с. 334-336

#### **14. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

#### **15. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Дополнительные главы математического анализа и теория функций комплексного переменного** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательной среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

#### **16. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная: специализированной мебелью, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения семинарских (практических) занятий требуется аудитория, оснащенная: специализированной мебелью, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации аудитория, оснащенная: специализированной мебелью, ноутбуком/компьютером, меловой (и) или маркерной доской, проектором, экраном.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Дополнительные главы математического анализа и теория  
функций комплексного переменного**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.1**

**Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.1.1</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> понятия, используемые для математического описания прикладных задач; основные понятия комплексного анализа для решения прикладных задач <b>УМЕТЬ:</b> выбирать способы решения поставленных математических задач, анализировать результаты вычислений; применять фундаментальные знания комплексного анализа для решения прикладных задач <b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками применения знаний математического анализа для решения прикладных задач; методами исследования и моделирования в области комплексного анализа для практического применения в математическом моделировании.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные понятия и утверждения теории математического анализа. Не знает основные формулы математического анализа и не умеет применять их при решении задач. Не контролирует правильность вычислений.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет общие знания основных понятий и утверждений математического анализа. Умеет решать ограниченный набор задач, используя основные формулы.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания основных понятий и утверждений теории математического анализа. Умеет решать стандартные задачи. Контролирует правильность вычислений.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированные систематические знания основных понятий и утверждений теории математического анализа. Умеет решать задачи в усложненных постановках. Контролирует правильность вычислений. Самостоятельно приобретает новые знания.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Входной контроль <b>Входное тестирование</b>	Нахождение множества значений функции. Построение на координатной плоскости множества точек, координаты которых удовлетворяют некоторому соотношению. Нахождение обратной функции к заданной функции. Построение графиков обеих функций. Решение уравнения, содержащего некоторую функцию и обратную к ней функцию.
<b>ОПК.1.1</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности	КТ 1 <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Исследование функции на непрерывность и равномерную непрерывность. Нахождение точек разрыва. Исследование характера точек разрыва. Устранение разрыва 1-го рода.
<b>ОПК.1.1</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности	КТ 2 <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать план исследования функции. Уметь исследовать функцию и построить ее график. Знать определение касательной. Уметь найти уравнение касательной в заданной точке.

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.1.1</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности</p>	<p>КТ 3 <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание и умение использовать методы интегрирования. Умение построить кривую, заданную в декартовых и полярных координатах. Знание формулы и умение вычисления площади области, ограниченной такой кривой. Вычисление длины дуги, объема тела вращения.</p>
<p><b>ОПК.1.1</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности</p>	<p>КТ 4 <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Уметь находить производные первого и второго порядка функции заданной неявно и параметрически. Уметь находить частные и смешанные производные функции нескольких переменных. Знать формулы и уметь находить производные сложной функции. Знать и уметь находить дифференциалы первого и второго порядка фнп. Уметь проверить, удовлетворяет ли функция заданному уравнению в частных производных.</p>
<p><b>ОПК.1.1</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности</p>	<p>ИКМ 1 <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать основные понятия математического анализа, используемые во 2 семестре, и уметь их формулировать. Знать основные теоремы математического анализа, используемые во 2 семестре, и уметь их формулировать. Уметь применять эти теоремы для установления свойств функций одной и нескольких переменных. Уметь доказывать избранные теоремы. Уметь решать практические задания на основании понятий, методов и теорем, изученных во 2 семестре.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

**Входной контроль**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**  
 Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Построение на координатной плоскости множества точек, координаты которых удовлетворяют некоторому соотношению.	3
Решение уравнения, содержащего некоторую функцию и обратную к ней функцию.	3
Нахождение множества значений функции.	2
Нахождение обратной функции к заданной функции. Построение графиков обеих функций.	2

### КТ 1

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**  
 Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Исследование функции на равномерную непрерывность	10
Исследование функции на непрерывность	8
Исследование характера точек разрыва	7
Нахождение точек разрыва	5

### КТ 2

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**  
 Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Уметь исследовать функцию с помощью первой и второй производных	9
Знает и умеет находить общие свойства функции	8
Уметь построить график.	7
Уметь найти уравнение касательной и построить график в заданной точке.	6

### КТ 3

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**  
 Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умение оценить погрешность вычисления.	8
Умение применить формулу Тейлора для приближенного вычисления значения функции.	7
Умение применить формулу Тейлора к вычислению пределов	6
Умение построить ряд Тейлора для функции нескольких переменных.	5

Знание формулы Тейлора. Знание основных известных разложений.	4
---	---

#### **КТ 4**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание определения и методов исследования ФНП, заданной явным образом, на экстремум, умение исследовать ФНП на экстремум.	7
Знание определения и методов исследования ФНП на условный экстремум.	7
Знание наибольшего и наименьшего значения ФНП, умение находить наибольшее и наименьшее значения ФНП.	6
Умение исследовать ФНП на экстремум, заданных неявно.	6
Знание определения и методов исследования ФНП, заданной неявным образом, на экстремум.	4

#### **ИКМ 1**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умение решать практические задания на основании понятий, методов и теорем, изученных в 1 семестре.	15
Умение применять теоремы для установления свойств функций одной и нескольких переменных.	10
Знание основных понятий математического анализа, используемых в 1 семестре, и умение их формулировать.	8
Знание основных теорем математического анализа, используемых во в 1 семестре, и умение их формулировать.	7

**Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен**

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов : 100**

#### **Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.1</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности	<b>КТ 5</b> <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Функции комплексного переменного, действительная и мнимая части, отображения координатной сетки элементарными функциями, решение трансцендентных уравнений. С дифференцируемость ФКП, голоморфные в области функции, аналитические и геометрические свойства голоморфных функций: гармоничность функций, восстановление голоморфной функции по известной действительной или мнимой части, якобиан преобразования, коэффициент растяжения, угол поворота, конформность отображения.
<b>ОПК.1.1</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности	<b>КТ 6</b> <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	конформные отображения: два принципа и две задачи, примеры конформных отображений. Дробно-линейная функция и её свойства, автоморфизмы дробно-линейных отображений, степенная функция, функция Жуковского, отображения двуугольников, отображения полос и полуполос.
<b>ОПК.1.1</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности	<b>ИКМ 2</b> <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	функция, аналитическая функция, свойства аналитических функций, конформное отображение, свойства дробно-линейных функций

## КТ 5

**Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: 2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
определить свойства функции	8
найти множество точек по коэф. растяжения и углу поворота	6
найти коэффициент растяжения и угол поворота	6
восстановить функцию по известной действительной или мнимой части	4

доказать утверждение	4
найти площадь и длину кривой	3
исследовать функцию на аналитичность в точке	3
доказать тождество	2
решить трансцендентное уравнение	2
исследовать функцию на гармоничность	2

### **КТ 6**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
найти область при отображении дробно линейной функцией	4
используя автоморфизмы, построить дробно линейную функцию отображающую известную область на заданную	4
отобразить полосу или полуполосу на верхнюю полуплоскость	4
отобразить двуугольник на верхнюю полуплоскость	4
восстановить отображение по трем точкам	4

### **ИКМ 2**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
1 задание теста	4
2 задание теста	4
3 задание теста	4
4 задание теста	4
10 задание теста	4
6 задание теста	4
7 задание теста	4
8 задание теста	4
9 задание теста	4
5 задание теста	4