

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра фундаментальной математики

Авторы-составители: **Ширина Алла Владимировна
Скачкова Елена Александровна**

Рабочая программа дисциплины
КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ
Код УМК 94503

Утверждено
Протокол №9
от «22» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Комплексный анализ

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **01.03.01** Математика

направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Комплексный анализ** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.03.01 Математика (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Индикаторы

ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.03.01 Математика (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	4,5
Объем дисциплины (з.е.)	5
Объем дисциплины (ак.час.)	180
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	70
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	42
Самостоятельная работа (ак.час.)	110
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (2) Письменное контрольное мероприятие (5)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (4 триместр) Экзамен (5 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Входной контроль

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

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

Конформные отображения

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

ИКМ

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

Интегрирование ФКП

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

Особые точки ФКП

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

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

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. 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>
2. Волковыский Л. И., Лунц Г. Л., Араманович И. Г. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: учебное пособие для студентов вузов / Л. И. Волковыский, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006, ISBN 5-9221-0264-8.-312.

Дополнительная:

1. 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.
2. Теория функций комплексного переменного. Пер. с рум. / С. Стоилов. Т. 2. - М.: Иностран. лит., 1962. - 414
3. 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
4. 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.
5. 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

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

http://www.mathprofi.ru/funkcii_kompleksnoi_peremennoi.html дифференцирование ФКП

<https://hub.exponenta.ru/post/kurs-po-teorii-funktsiy-kompleksnogo-peremennogo828> небольшой теоретический курс

<http://mathhelpplanet.com/static.php?p=konformnyye-otobrazheniya> конформные отображения

<https://hub.exponenta.ru/post/kurs-po-teorii-funktsiy-kompleksnogo-peremennogo828> курс по ТФКП

<https://hub.exponenta.ru/post/kurs-po-teorii-funktsiy-kompleksnogo-peremennogo828> небольшой теоретический курс

<https://hub.exponenta.ru/post/kurs-po-teorii-funktsiy-kompleksnogo-peremennogo828> Экспонента

<https://hub.exponenta.ru/post/kurs-po-teorii-funktsiy-kompleksnogo-peremennogo828> экспонента

<https://hub.exponenta.ru/post/kurs-po-teorii-funktsiy-kompleksnogo-peremennogo828> экспонента

<http://mathhelpplanet.com/static.php?p=integrirovaniye-funktsiy-kompleksnogo-peremennogo> математический форум

<http://mathhelpplanet.com/static.php?p=integrirovaniye-funktsiy-kompleksnogo-peremennogo> математический форум

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Комплексный анализ** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

тестирование

Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы и т.д.)

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**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/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционная аудитория: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Аудитория для практических занятий и текущего контроля: Проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Групповые (индивидуальные) консультации: меловая (и) или маркерная доска.

Аудитория для самостоятельной работы - помещения Научной библиотеки ПГНИУ: компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами 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
Комплексный анализ**

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

ОПК.1

Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	ЗНАТЬ: основные понятия комплексного анализа для решения прикладных задач УМЕТЬ: применять фундаментальные знания комплексного анализа для решения прикладных задач ВЛАДЕТЬ: методами исследования и моделирования в области комплексного анализа для практического применения в математическом моделировании	Неудовлетворител В проверочной работе решено менее 42% заданий, набрано от 0 до 16,4 баллов Удовлетворительн В проверочной работе решено менее 60% заданий, набрано от 17 до 23,5 баллов Хорошо В проверочной работе решено менее 80% заданий, набрано от 24 до 32 баллов Отлично В проверочной работе решено не менее 80% заданий, набрано более 32 баллов

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 2020

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
Входной контроль	Входной контроль Входное тестирование	Комплексное число, действия с комплексными числами, расширенная комплексная плоскость, множества на комплексной плоскости, окрестность точки, метрика на комплексной плоскости.
ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	ФКП Письменное контрольное мероприятие	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.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Конформные отображения Письменное контрольное мероприятие	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.
ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	ИКМ Итоговое контрольное мероприятие	функция, аналитическая функция, свойства аналитических функций, конформное отображение, свойства дробно-линейных функций

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
найти модуль и аргумент комплексного числа	3
определить на плоскости указанную область	1
найти решение алгебраического уравнения, извлекая корни из компл. числа	1
Вычислить угол поворота	1
Преобразовать и возвести в степень к .ч.	1

ФКП

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

Конформные отображения

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
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

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
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

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
ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Интегрирование ФКП Письменное контрольное мероприятие	Интегрирование ФКП, теорема Коши, теорема Мореры, интегральные формулы Коши.
ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Особые точки ФКП Письменное контрольное мероприятие	Ряд Тейлора, ряд Лорана, изолированная особая точка, устранимая особая точка, нули и полюса, существенно особая точка
ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Вычеты и их приложения Письменное контрольное мероприятие	Вычет, формулы для вычисления вычетов, теорема Коши для вычетов, теорема о полной сумме вычетов, логарифмический вычет, принцип аргумента
ОПК.1.2 Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	ИКМ Итоговое контрольное мероприятие	аналитические функции и их свойства, изолированные особые точки, устранимая особая точка, полюс, существенно особая точка. вычет, логарифмический вычет

Спецификация мероприятий текущего контроля

Интегрирование ФКП

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
вычислить интегралы с помощью формулы Коши	8
вычислить интеграл от многозначной функции	4
вычислить интеграл с помощью формулы Ньютона-Лейбница	4
Вычислить интеграл по заданной кривой	4

Особые точки ФКП

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
разложить рациональную функцию в указанном кольце, выделить главную часть	8
определить все особые точки функции	6
Найти все нули и полюса функции	4
определить радиус сходимости	2

Вычеты и их приложения

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
вычислить интеграл от рациональной функции по тригонометрическим функциям	4
вычислить несобственный интеграл	4
вычислить логарифмический вычет по области	4
вычислить интеграл типа Дирихле	4
вычислить интеграл с помощью леммы Жордана	4

ИКМ

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
исследовать функцию	8
вычислить интеграл	8
вычислить логарифмический вычет	8
определить число корней многочлена в указанной области	8
разложить функцию в ряд Лорана в окрестности особой точки, определить главную часть и найти вычет в этой точке	4