

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Кафедра теории функций
(ТФ_ФМиИ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Кафедра теории функций
(ТФ_ФМиИ)**

наименование кафедры

А.К. Цих

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ**

Дисциплина Б1.О.15 Комплексный анализ

Направление подготовки /
специальность 01.03.01 Математика Профиль 01.03.01.31
Математический анализ, алгебра и логика

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2019

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

010000 «МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 01.03.01 Математика Профиль 01.03.01.31

Математический анализ, алгебра и логика

Программу
составили

д.ф.-м.н., профессор, Е.К. Лейнартас; к.ф.-м.н. ,
доцент, Н.А. Бушуева; к.ф.-м.н., доцент, В.М.
Трутнев

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Курс «Комплексный анализ» является одним из базовых курсов для бакалавров указанного направления. Будучи естественным продолжением математического анализа, он позволяет плавно перейти от изучения математики XVII-XVIII столетия к математике XIX века, а затем и к современной математике. Начиная с Эйлера и Коши, функции комплексного переменного систематически использовались как в чисто теоретических разделах математики, так и в прикладных математических дисциплинах и родственных им разделах физики и механики (гидродинамике, аэродинамике, теории поля, теории передачи сигнала, томографии и многих других). Накопленные за последние два столетия усилиями ведущих мировых математических лидеров методы работы с такими функциями условно можно назвать теорией функций комплексного переменного. Это название в какой-то мере дает представление о богатстве методов (тут и анализ, и геометрия, и алгебра, и дифференциальные уравнения). Однако наш курс по своему содержанию, в соответствии с Федеральным образовательным стандартом все-таки во многом находится в рамках математического анализа, что и отражено в его названии.

Среди наиболее важных теоретических достижений комплексного анализа нужно отметить следующие:

- эффективные методы вычисления интегралов;
- методы получения асимптотических оценок;
- методы исследования решений дифференциальных уравнений;
- построение теории многозначных функций.

И сейчас он служит основной моделью многих исследований в функциональном анализе, алгебре, алгебраической и дифференциальной топологии, уравнениях в частных производных и других разделах математики.

Области практического применения комплексного анализа нами упомянуты выше; их изучение лежит за рамками нашего вводного курса, посвященного основам теории функций комплексного переменного.

Таким образом, основная цель курса – введение студентов в современные разделы математики, важные для ее приложений.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачи курса:

- познакомить с основами комплексного анализа,
- выявить особенности анализа функций комплексного аргумента

в отличии от действительного анализа,

- развить аналитические способности студента.

На заключительном этапе изучения дисциплины студент должен приобрести навык работы с объектами комплексной природы, в частности, с комплексными числами и, что особенно важно, с функциями, удовлетворяющими условиям Коши-Римана.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1:Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1.1:Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1.2:Осуществляет выбор метода решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Комплексный анализ» является базовой.

При изучении курса «Комплексный анализ» необходимо знать базовые курсы математического анализа, алгебры, аналитической геометрии и начал теории обыкновенных дифференциальных уравнений, а также свободно владеть понятиями и методами планиметрии и тригонометрии в объеме школьного курса.

Дисциплины, опирающиеся на курс «Комплексный анализ»:

Теория функций многих комплексных переменных

Геометрическая теория функций комплексного переменного

Элементы топологии и комплексного анализа

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы | Всего, зачетных единиц (акад.час) | Семестр | |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|----------------|
| | | 4 | 5 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 8 (288) | 4 (144) | 4 (144) |
| Контактная работа с преподавателем: | 3,89 (140) | 1,89 (68) | 2 (72) |
| занятия лекционного типа | 1,94 (70) | 0,94 (34) | 1 (36) |
| занятия семинарского типа | | | |
| в том числе: семинары | | | |
| практические занятия | 1,94 (70) | 0,94 (34) | 1 (36) |
| практикумы | | | |
| лабораторные работы | | | |
| другие виды контактной работы | | | |
| в том числе: групповые консультации | | | |
| индивидуальные консультации | | | |
| иная внеаудиторная контактная работа: | | | |
| групповые занятия | | | |
| индивидуальные занятия | | | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 3,11 (112) | 2,11 (76) | 1 (36) |
| изучение теоретического курса (ТО) | | | |
| расчетно-графические задания, задачи (РГЗ) | | | |
| реферат, эссе (Р) | | | |
| курсовое проектирование (КП) | Нет | Нет | Нет |
| курсовая работа (КР) | Нет | Нет | Нет |
| Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен) | 1 (36) | | 1 (36) |

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

| № п/п | Модули, темы (разделы) дисциплины | Занятия лекционного типа (акад. час) | Занятия семинарского типа | | Самостоятельная работа, (акад. час) | Формируемые компетенции |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| | | | Семинары и/или Практические занятия (акад. час) | Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час) | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Дифференциальное и интегральное исчисление функций комплексного переменного | 18 | 19 | 0 | 38 | |
| 2 | Голоморфные функции и их свойства | 16 | 15 | 0 | 38 | |
| 3 | Ряд Лорана. Изолированные особые точки | 8 | 8 | 0 | 10 | |
| 4 | Теория вычетов и ее приложения | 8 | 8 | 0 | 10 | |
| 5 | Многозначные аналитические функции | 10 | 10 | 0 | 10 | |
| 6 | Геометрические принципы. Конформные отображения | 10 | 10 | 0 | 6 | |
| Всего | | 70 | 70 | 0 | 112 | |

3.2 Занятия лекционного типа

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий | Объем в акад. часах | | |
|-------|----------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Всего | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
| 1 | 1 | Комплексная плоскость | 2 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|----|---|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| 2 | 1 | Кривые и области на комплексной плоскости. Функции комплексного переменного | 2 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | Дифференцирование функций комплексного переменного | 2 | 0 | 0 |
| 4 | 1 | Геометрический смысл производной. Элементарные функции | 3 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | Интегрирование функций комплексного переменного | 3 | 0 | 0 |
| 6 | 1 | Интегральная теорема Коши и ее следствия | 2 | 0 | 0 |
| 7 | 1 | Первообразная | 2 | 0 | 0 |
| 8 | 1 | Интегральная формула Коши и ее следствия | 2 | 0 | 0 |
| 9 | 2 | Комплексные степенные ряды | 2 | 0 | 0 |
| 10 | 2 | Ряд Тейлора | 2 | 0 | 0 |
| 11 | 2 | C-дифференцируемость и регулярность | 2 | 0 | 0 |
| 12 | 2 | Голоморфные функции | 2 | 0 | 0 |
| 13 | 2 | Свойства голоморфных функций | 2 | 0 | 0 |
| 14 | 2 | Достаточные условия голоморфности | 2 | 0 | 0 |
| 15 | 2 | Нули голоморфных функций | 2 | 0 | 0 |
| 16 | 2 | Теорема единственности | 2 | 0 | 0 |
| 17 | 3 | Ряд Лорана | 2 | 0 | 0 |
| 18 | 3 | Изолированные особые точки | 4 | 0 | 0 |
| 19 | 3 | Целые и мероморфные функции | 2 | 0 | 0 |
| 20 | 4 | Вычеты | 2 | 0 | 0 |
| 21 | 4 | Основная теорема теории вычетов | 2 | 0 | 0 |
| 22 | 4 | Применение вычетов для вычисления интегралов | 2 | 0 | 0 |
| 23 | 4 | Суммирование рядов | 2 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|-------|---|-------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|
| 24 | 5 | Аналитическое продолжение | 2 | 0 | 0 |
| 25 | 5 | Аналитические функции | 2 | 0 | 0 |
| 26 | 5 | Операции над аналитическими функциями. Степенная функция | 2 | 0 | 0 |
| 27 | 5 | Первообразная аналитической функции. Выделение однозначных голоморфных ветвей | 4 | 0 | 0 |
| 28 | 6 | Принцип аргумента | 2 | 0 | 0 |
| 29 | 6 | Принципы сохранения области, максимума модуля и лемма Шварца | 2 | 0 | 0 |
| 30 | 6 | Конформные отображения | 2 | 0 | 0 |
| 31 | 6 | Дробно-линейная функция | 2 | 0 | 0 |
| 32 | 6 | Конформны изоморфизмы и автоморфизмы | 2 | 0 | 0 |
| Всего | | | 70 | 0 | 0 |

3.3 Занятия семинарского типа

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий | Объем в акад. часах | | |
|-------|----------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Всего | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
| 1 | 1 | Комплексные числа | 2 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | Комплексная плоскость | 2 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | Элементарные функции | 2 | 0 | 0 |
| 4 | 1 | Элементарные трансцендентные функции | 2 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | Последовательности и ряды на плоскости | 2 | 0 | 0 |
| 6 | 1 | Непрерывные и R-дифференцируемые функции комплексного переменного | 2 | 0 | 0 |
| 7 | 1 | C-Дифференцируемые функций комплексного переменного | 2 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|----|---|-------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| 8 | 1 | Гармонические функции | 3 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | Геометрический смысл производной | 2 | 0 | 0 |
| 10 | 2 | Интегрирование функций комплексного переменного и интегральная теорема Коши | 2 | 0 | 0 |
| 11 | 2 | Интегральная теорема Коши и ее применения | 2 | 0 | 0 |
| 12 | 2 | Комплексные степенные ряды | 2 | 0 | 0 |
| 13 | 2 | Ряд Тейлора | 3 | 0 | 0 |
| 14 | 2 | Нули голоморфных функций | 2 | 0 | 0 |
| 15 | 2 | Теорема единственности | 2 | 0 | 0 |
| 16 | 2 | Интегралы, зависящие от параметра | 2 | 0 | 0 |
| 17 | 3 | Ряд Лорана | 2 | 0 | 0 |
| 18 | 3 | Изолированные особые точки | 4 | 0 | 0 |
| 19 | 3 | Целые и мероморфные функции | 2 | 0 | 0 |
| 20 | 4 | Вычеты | 2 | 0 | 0 |
| 21 | 4 | Основная теорема теории вычетов | 2 | 0 | 0 |
| 22 | 4 | Применение вычетов для вычисления интегралов | 2 | 0 | 0 |
| 23 | 4 | Суммирование рядов | 2 | 0 | 0 |
| 24 | 5 | Аналитическое продолжение | 2 | 0 | 0 |
| 25 | 5 | Аналитические функции. Логарифм | 2 | 0 | 0 |
| 26 | 5 | Операции над аналитическими функциями. Степенная функция | 2 | 0 | 0 |
| 27 | 5 | Первообразная аналитической функции. Выделение однозначных голоморфных ветвей | 4 | 0 | 0 |
| 28 | 6 | Принцип аргумента | 2 | 0 | 0 |
| 29 | 6 | Принципы сохранения области, максимума модуля и лемма Шварца | 2 | 0 | 0 |
| 30 | 6 | Конформные отображения | 2 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|-------|---|--------------------------------------|----|---|---|
| 31 | 6 | Дробно-линейная функция | 2 | 0 | 0 |
| 32 | 6 | Конформны изоморфизмы и автоморфизмы | 2 | 0 | 0 |
| Всего | | | 70 | 0 | 0 |

3.4 Лабораторные занятия

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий | Объем в акад. часах | | |
|-------|----------------------|----------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Всего | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
| Всего | | | | | |

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
|------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Л1.1 | Трутнев В. М., Бушуева Н. А. | Теория функций комплексного переменного: учеб.-метод. пособие по выполнению самост. работы [для студентов направления подготовки 010100.62 "Математика"] | Красноярск: СФУ, 2012 |
| Л1.2 | Бушуева Н. А., Трутнев В. М. | Теория функций комплексного переменного: учеб.-метод. пособие по выполнению самостоят. работы для студентов направления подгот. 010100.62 "Математика". | Красноярск: СФУ, 2012 |

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

| 6.1. Основная литература | | | |
|--------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л1.1 | Шабат Б. В. | Введение в комплексный анализ: Ч. 1. Функции одного переменного: учебник для университетов по специальностям "Математика", "Механика" : [в 2 ч.] | Санкт-Петербург: Лань, 2004 |

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Л1.2 | Сидоров Ю. В., Федорюк М. В., Шабунин М. И. | Лекции по теории функций комплексного переменного: учебное пособие для вузов | Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1976 |
| Л1.3 | Волковийский Л. И., Лунц Г. Л., Араманович И. Г. | Сборник задач по теории функций комплексного переменного: учебное пособие для студентов вузов | Москва: Физматлит, 2004 |
| Л1.4 | Маркушевич А. И. | Теория аналитических функций: Том 1: учебник | Санкт- Петербург: Лань, 2009 |
| Л1.5 | Маркушевич А. И. | Теория аналитических функций: Том 2: учебник | Санкт- Петербург: Лань, 2009 |
| Л1.6 | Евграфов М. А. | Аналитические функции: учебное пособие для вузов по специальностям | Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991 |
| 6.2. Дополнительная литература | | | |
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л2.1 | Лаврентьев М. А., Шабат Б. В. | Методы теории функций комплексного переменного: учебное пособие для университетов | Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1973 |
| Л2.2 | Евграфов М. А., Сидоров Ю. В., Федорюк М. В., Шабунин М. И., Бежанов К. А., Евграфов М. А. | Сборник задач по теории аналитических функций: учебное пособие для высших учебных заведений допущено Министерством высшего и среднего образования СССР? | Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1969 |
| Л2.3 | Бицадзе А. В. | Основы теории аналитических функций комплексного переменного: учебник для механико-математических и физических специальностей вузов | Москва: Наука, 1984 |
| 6.3. Методические разработки | | | |
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л3.1 | Трутнев В. М., Бушуева Н. А. | Теория функций комплексного переменного: учеб.-метод. пособие по выполнению самост. работы [для студентов направления подготовки 010100.62 "Математика"] | Красноярск: СФУ, 2012 |
| Л3.2 | Бушуева Н. А., Трутнев В. М. | Теория функций комплексного переменного: учеб.-метод. пособие по выполнению самостоят. работы для студентов направления подгот. 010100.62 "Математика". | Красноярск: СФУ, 2012 |

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

| | | |
|----|----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Э1 | Электронный каталог НБ СФУ | http://bik.sfu-kras.ru/ |
|----|----------------------------|---------------------------------------------------------------|

| | | |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Э2 | Общероссийский математический портал | http://www.mathnet.ru/ |
| Э3 | Научная электронная библиотека | http://elibrary.ru/ |
| Э4 | Единая реферативная и библиографическая база данных SCOPUS | https://www.scopus.com/ |
| Э5 | Поисковая платформа реферативных базы данных публикаций в научных журналах и патентов Web Of Science | http://isiknowledge.com |

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа студентов по данной дисциплине заключается в изучении основной и дополнительной литературы по темам лекций и семинарских занятий. Для самостоятельного изучения теоретического материала используются учебные пособия и монографии, приведённые в списке литературы.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации в зависимости от нозологии.

Для лиц с нарушениями зрения - в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха - в печатной форме, в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата - в печатной форме, в форме электронного документа.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

| | |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 9.1.1 | Программное обеспечение в учебном процессе по данной дисциплине не используется. |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------|

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

| | |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9.2.1 | Для самостоятельной работы у студентов должен быть доступ к электронному каталогу НБ СФУ. |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, укомплектованные мебелью и техническими средствами обучения (меловые и маркерные доски, мел или маркер).