

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»  
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ**

Направление подготовки «01.03.02 Прикладная математика и информатика»

Направленность «Прикладная математика и информатика»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

**Кострома**

Рабочая программа дисциплины «Комплексный анализ» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата) от 12.03.2015 № 228 (зарегистрировано в Минюсте России 14.04.2015 № 36844)

Разработал:  Смирнова Алена Олеговна, старший преподаватель  
подпись

Рецензент:  Землякова Ирина Владимировна, зав. кафедрой, д.т.н, профессор  
подпись

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры № 10 от 03.06.2017 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий

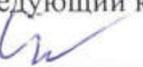
 Секованов Валерий Сергеевич, д.п.н, к.ф.-м.н., профессор КГУ

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры № 9 от 22.05.2018 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий

 Секованов Валерий Сергеевич, д.п.н, к.ф.-м.н., профессор КГУ

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование у студентов готовности к применению системных теоретических знаний, практических умений и навыков в комплексном анализе.

Задачи дисциплины:

- ознакомить слушателей с главными объектами и теоремами комплексного анализа;
- выработать четкое понимание разницы между классическим анализом и комплексным анализом, а также целесообразности в некоторых случаях применять именно комплексный анализ;
- дать представление о таких понятиях как конформность, аналитичность, комплексный интеграл;
- обучить слушателя решать типовые задачи комплексного анализа.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*знать:*

- понятия комплексной плоскости, бесконечной точки, комплексных отображений;
- отличие комплексной дифференцируемости от действительной, разницу между действительными и комплексными интегралами;
- основные теоремы дифференциального комплексного исчисления (в том числе теорему Коши), свойства комплексного интеграла;
- понятие аналитичности, особенностей.
- основные свойства элементарных функций комплексного переменного;
- разложение функции в ряд Тейлора.

*уметь:*

- свободно оперировать с комплексными числами и функциями комплексной переменной;
- исследовать функции комплексной переменной на комплексную дифференцируемость, вычислять производную;
- вычислять комплексные интегралы и с их помощью вычислять действительные, применять для вычисления формулу Коши;
- вычислять пределы.

*владеть:*

- системными теоретическими знаниями, практическими умениями и навыками в области комплексного анализа;
- современным математическим аппаратом в области комплексного анализа.

*освоить компетенции:*

- ОПК-1 (способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой);
- ПК-2 (способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат).

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к базовой части учебного плана. Изучается в 3 семестре обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах/практиках:

Дисциплины и практики предшествующие освоению данной дисциплины (для

компетенции ОПК-1): Математический анализ, Аналитическая геометрия, Линейная алгебра, Физика, Химия.

Дисциплины и практики предшествующие освоению данной дисциплины (для компетенции ПК-2): Математический анализ, Аналитическая геометрия, Линейная алгебра.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик:

Дисциплины и практики, которые базируются на изучении данной дисциплины (для компетенции ОПК-1): Биология с основами экологии, Основы функционального анализа, Дискретная математика, Дифференциальные уравнения, Теория вероятности и математическая статистика, Теоретические основы информатики, Математическая логика и теория алгоритмов, Теория игр и исследование операций, Подготовка и сдача государственного экзамена.

Дисциплины и практики, которые базируются на изучении данной дисциплины (для компетенции ПК-2): Основы функционального анализа, Дискретная математика, Дифференциальные уравнения, Численные методы, Методы оптимизации, Математическая логика и теория алгоритмов, Информационные технологии в математике, Алгоритмы на графах, Специальные методы решения алгоритмических задач, Элементы нелинейной динамики, Элементы теории фрактальных размерностей, Элементы теории катастроф, Сценарии перехода к хаосу, Технологии вычислительной математики, Прикладные компьютерные технологии, Производственная (преддипломная) практика.

#### 4. Объем дисциплины (модуля)

##### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	2
Общая трудоемкость в часах	72
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	36
Лекции	18
Практические занятия	18
Лабораторные занятия	0
Самостоятельная работа в часах	36
Форма промежуточной аттестации	Зачет в 3 семестре

##### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	18
Практические занятия	18
Лабораторные занятия	0
Консультации	0,9 (на группу)
Зачет/зачеты	0,25
Экзамен/экзамены	0
Курсовые работы	0
Курсовые проекты	0
Всего	37,15

## 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

### 5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Комплексная плоскость	0,39/14	4	4	0	6
2	Дифференцируемость функции комплексной переменной	0,44/16	4	6	0	6
3	Конформные отображения	0,17/6	2	0	0	4
4	Комплексный интеграл	0,39/14	4	2	0	8
5	Формула Коши. Логарифм	0,44/16	4	6	0	6
	Зачет	0,17/6	-	-	-	6
	Итого:	2/72	18	18	0	36

### 5.2. Содержание:

**Тема 1. Комплексная плоскость.** Комплексные числа и операции над ними. Предел в комплексной плоскости. Расширенная комплексная плоскость. Область.

**Тема 2. Дифференцируемость функции комплексной переменной.** С-линейность и R-линейность комплексных отображений. С-дифференцируемость. Условия Коши-Римана. Комплексная производная, ее геометрический смысл. Конформность, С-дифференцируемость, голоморфность.

**Тема 3. Конформные отображения.** Линейные, степенные, дробно-линейные отображения и их свойства. Экспонента, функция Жуковского. Синус и косинус.

**Тема 4. Комплексный интеграл.** Комплексный интеграл и его свойства. Основная лемма, лемма Гурса, теорема Коши.

**Тема 5. Формула Коши. Логарифм.** Теорема Коши для сложного контура. Интегральная формула Коши, ее обобщение. Логарифм в комплексной области, геометрический смысл многолиственности. Следствия формулы Коши. Ряд Тейлора аналитической в круге функции.

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Список литературы для выполнения самостоятельной работы

1. *Волковыский Л.И., Луиц Г.Л., Араманович И.Г.* Сборник задач по теории функций комплексного переменного. – 4-е изд., перераб. – М.: ФИЗМТЛИТ, 2006.
2. *Эйдерман В.Я.* Основы теории функций комплексного переменного и операционное исчисление. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.
3. *Балк М.Б., Петров В.А., Полукин А.А.* Задачник–практикум по теории аналитических функций - М.: Просвещение, 1976.
4. *Посицельская Л. Н.* Теория функций комплексной переменной в задачах и упаражнениях. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.

5. Сборник задач по высшей математике. 1 курс / К. Н. Лунгу, Д. Т. Письменный, С Н. Федин, Ю. А. Шевченко. – 7-е изд. – М.: Айрис-пресс, 2008.
6. Сборник задач по высшей математике. 2 курс / К. Н. Лунгу и др.; под ред. С Н. Федина. – 6-е изд. – М.: Айрис-пресс, 2007.
7. *Письменный Д. Т.* Конспект лекций по высшей математике. 2 часть. – М.: Айрис-пресс, 2008.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1.	Комплексная плоскость	Изучение литературы, решение задач	6	<b>Комплексные числа.</b> [5] стр. 433 № 10.1.1, 10.1.8, 10.2.1, 10.2.2, 10.2.11, 10.2.18. <b>Решение уравнений.</b> [2] стр. 206 Задачи 33.4, 33.5 <b>Предел последовательности.</b> [4] стр. 25 Пример 1, 2. <b>Числовые ряды.</b> [3] стр. 25 № 84. <i>см. Приложение 1</i>	Устный опрос, проверка заданий
2.	Дифференцируемость функции комплексной переменной	Изучение литературы, решение задач,	6	<b>Функции комплексного переменного.</b> [3] стр. 27 № 101, 102, [3] стр. 30 № 116, [2] стр. 208 Задачи 33.8-33.10, [6] стр. 439 № 7.1.1, стр. 443 № 7.1.33. <b>Дифференцируемость функции комплексного переменного.</b> [4] стр. 33 Примеры 1-3. <b>Аналитическая функция.</b> [4] стр. 37 Примеры 1-3. <b>Восстановление аналитической функции по ее действительной или мнимой части.</b> [2] стр. 211 Задачи 33.2. <b>Геометрический смысл модуля и аргумента производной.</b> [2] стр. 215 Задачи 33.16, 33.17. <i>см. Приложение 2</i>	Устный опрос, проверка заданий
3.	Конформные отображения	Решение задач.	4	<b>Линейная функция.</b> [4] стр. 110 Пример 2. <b>Дробно-линейная функция.</b> [4] стр. 115 Примеры 2, 3. <b>Степенная функция.</b> [4] стр. 15 Пример 1, 2, [2] стр. 57 Пример 10.2. <b>Показательная и логарифмическая функции.</b> [4] стр. 109 Примеры 1, 6, [2] стр. 208 Задача 33.6, стр. 217 Задача 33.19, [3] стр. 63 № 282, стр. 61 № 275. <i>см. Приложение 3</i>	Устный опрос, проверка заданий
4.	Комплексный интеграл	Изучение литературы, решение задач	8	<b>Интеграл от функции комплексного переменного.</b> [6] стр. 454 № 7.3.1, 7.3.2. <i>см. Приложение 4</i>	Устный опрос, проверка заданий

5.	Формула Коши. Логарифм	Изучение литературы,	6	Интегральная формула Коши. [6] стр. 459 № 7.3.6. Степенные ряды. [7] стр. 211 Примеры 30.1-30.3. Разложение функции в ряд Тейлора. [2] стр. 222 Задачи 33.26, 33.27. см. Приложение 5	Устный опрос, проверка заданий
----	---------------------------	----------------------	---	---	-----------------------------------

## 6.2. Тематика и задания для практических занятий

Состав и содержание заданий, задач, которые предусмотрены для решения или разбора на занятиях.

*Комплексные числа, определение, алгебраические операции, действительная и мнимая части, комплексное сопряжение, задание (и изображение) областей комплексной плоскости.*

*Показательная и тригонометрическая форма записи комплексного числа, извлечение корней.*

*Функции комплексной переменной, непрерывность, отображение (кривые, области), разделение действительной и мнимой частей функций.*

*Функции комплексной переменной, дифференцирование, «явное» вычисление производных, условия Коши-Римана.*

*Аналитические функции, области аналитичности, производные в полярных координатах. Примеры конформных отображений (элементарные функции). Интеграл, вычисление простейших контурных интегралов.*

*Интеграл, интегральная формула Коши, вычисление контурных интегралов с помощью формулы Коши.*

*Исследование степенных рядов. Ряд Тэйлора.*

### 7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№	Литература	Кол-во книг
<b>Основная литература</b>		
1	Волковський, Лев Израїлевич. Сборник задач по теории функций комплексного переменного : [учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений] : рекомендовано Мин-вом общего и специального обр. РФ / Волковський, Лев Израїлевич, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - Изд. 4-е, перераб. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 312 с. : ил. - ISBN 5-9221-0264-8 : 231.32.	6
2	Зверович, Э.И. Вещественный и комплексный анализ. Учебное пособие в шести частях / Э.И. Зверович. - Минск : Вышэйшая школа, 2008. - Книга 4. - Ч. 6. Теория аналитических функций комплексного переменного. - 320 с. - ISBN 978-985-06-1547-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=234983">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=234983</a>	

<b>Дополнительная литература</b>		
1	Половинкин, Евгений Сергеевич. Курс лекций по теории функций комплексного переменного / Половинкин, Евгений Сергеевич. - М. : Физматкнига, 2003. - 208 с. : ил. - Библиогр.: с. 199. - Предм. указ.: с. 200-203. - ISBN 5-89155-115-9 : 293.27.	3
2	Геворкян, Павел Самвелович. Высшая математика. Интегралы, ряды, ТФКП, дифференциальные уравнения : [учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений] : допущено Минобрнауки РФ. [ч. 2] / Геворкян, Павел Самвелович. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 272 с. - Предм. указ.: с. 265-269. - ISBN 978-5-9221-0710-5 : 311.85.	3
3	Посицельская, Любовь Наумовна. Теория функций комплексной переменной в задачах и упражнениях : [учеб. пособие для студ. вузов] : допущено Науч. метод советом Минборнауки / Посицельская, Любовь Наумовна. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 136 с. - (Математика и прикладная математика). - Библиогр.: с. 133. - ISBN 978-5-9221-0794-5 : 194.99.	3
4	Эйдерман, Владимир Яковлевич. Основы теории функций комплексного переменного и операционного исчисления / Эйдерман, Владимир Яковлевич. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 256 с. - Библиогр.: с. 251. - Предм. указ.: с. 252-255. - ISBN 5-9221-0283-4 : 184.59.	5
5	Маркушевич, А. И. Введение в теорию аналитических функций : [учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов] : допущено М-вом просвещения СССР / А. И. Маркушевич, Л. А. Маркушевич. - М. : Просвещение, 1977. - 320 с. : ил. - Библиогр.: с. 315. - Предм. указ.: с. 316-317. - 0.93.	51
6	Привалов, И. И. Введение в теорию функций комплексного переменного : [учеб. для физ.-мат. спец. вузов] : допущено М-вом образования СССР / И. И. Привалов. - Изд. 12-е, стер. - М. : Наука, 1977. - 444 с. : ил. - Алф. указ.: с. 438-444. - 1.10.	25
7	Привалов, И. И. Введение в теорию функций комплексного переменного : [учеб. для студентов вузов] : допущено М-вом образования СССР / И. И. Привалов. - Изд. 13-е. - М. : Наука, 1984. - 432 с. : ил. - Предм. указ.: с. 429-432. - 1.30.	2

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Университетская библиотека online»
3. ЭБС «Znanium»

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

Для занятий по дисциплине «Комплексный анализ» необходима учебная аудитория, доска, мел (маркеры для белой доски).