

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО

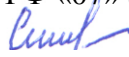
Направление подготовки: 03.03.02 – «Физика»

Направленность: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Кострома

Рабочая программа дисциплины «Теория функций комплексного переменного» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 03.03.02 «Физика», утверждённый Приказом Минобрнауки РФ «07» августа 2014 г. № 937

Разработал:  Смирнова Алена Олеговна, старший преподаватель

подпись

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

подпись

СОГЛАСОВАНО:

Директор Института физико-математических и естественных наук

 Кусманов С.А., д.т.н., доцент

подпись

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры ВМ

Протокол заседания кафедры № 9 от 30 мая 2018 г.

Заведующий кафедрой ВМ

 Землякова И.В., д.т.н., профессор

подпись

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры ВМ

Протокол заседания кафедры № 9 от 29 мая 2019 г.

Заведующий кафедрой ВМ

 Землякова И.В., д.т.н., профессор


подпись

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры ВМ

Протокол заседания кафедры № 4 от 17 марта 2020 г.

Заведующий кафедрой ВМ

 Землякова И.В., д.т.н., профессор

подпись

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры ВМ

Протокол заседания кафедры № 5 от 28 января 2021 г.

Заведующий кафедрой ВМ

 Матыцина Т.Н., к.ф.-м.н., доцент

подпись

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины:

Сформировать способность использовать базовые знания в области математики в познавательной и профессиональной деятельности. Сформировать способность приобретать новые знания, работая с информацией из различных источников.

Задачи дисциплины:

- изучить основные понятия курса теория функций комплексного переменного: аналитическая и гармоническая функция, дифференцируемая функция, интеграл по комплексной переменной, степенные и обобщенные степенные ряды, конформные отображения;
- изучить основные свойства элементарных функций комплексного переменного;
- изучить разложение функции в ряд Тейлора и ряд Лорана;
- изучить теорию вычетов;
- научить применять теоретические знания к решению практических и профессиональных задач;
- повысить математическую подготовку бакалавра для успешного усвоения разделов профессионального цикла, требующих применения методов теории функций комплексного переменного;
- приобрести опыт поиска знаний, работая с различными источниками информации.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

основные понятия курса теории функций комплексного переменного: аналитическая и гармоническая функция, дифференцируемая функция, интеграл по комплексной переменной, степенные и обобщенные степенные ряды, конформные отображения, основные свойства элементарных функций комплексного переменного, разложение функции в ряд Тейлора и ряд Лорана, теорию вычетов в рамках развития способности использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики.

уметь:

вычислять пределы, исследовать ряд на сходимость, исследовать функцию на непрерывность, дифференцируемость, аналитичность, осуществлять отображения областей и кривых основными элементарными функциями, интегрировать функции комплексного переменного, раскладывать функции в ряд Тейлора и ряд Лорана, находить особые точки функции и определять их характер, вычислять вычеты, применять теорию вычетов для вычисления определенных и несобственных интегралов в рамках развития способности создавать модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.

владеть:

базовыми понятиями, теоретическими фактами, методами решения задач теории функций комплексного переменного для развития способности использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.

освоить компетенции:

ОПК-2 (способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей).

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана. Изучается в 3 семестре обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах/практиках : математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра, векторный и тензорный анализ .

Изучение дисциплины является основой для освоения дисциплин/практик: теория вероятности и математическая статистика, дифференциальные уравнения, численные методы и математическое моделирование, уравнения математической физики, основы вариационного исчисления, подготовка и сдача государственного экзамена, защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

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	4
Общая трудоемкость в часах	144
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	54
Лекции	18
Практические занятия	36
Лабораторные занятия	-
Самостоятельная работа в часах	54
Форма промежуточной аттестации	экзамен

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	18
Практические занятия	36
Лабораторные занятий	–
Консультации (на группу)	2,9
Зачет/зачеты	–
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	–
Курсовые проекты	–
Всего	57,25

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			Сам. раб.
			Лекц	Практ.	Лаб.	
<i>3 семестр</i>						
1	Понятие комплексного числа, действия над комплексными числами	10	2	2	-	6
2	Предел последовательности, числовые ряды	6	-	2	-	4
3	Функции комплексного переменного, предел, непрерывность	10	2	2	-	6
4	Дифференцируемость функции комплексного переменного	14	2	4	-	8
5	Элементарные функции комплексного переменного. Конформные отображения	14	2	6	-	6
6	Интеграл от функции комплексного переменного	14	2	4	-	8
7	Разложение аналитической функции в ряд Тейлора	10	2	2	-	6
8	Теорема единственности. Аналитическое продолжение	4	2	-	-	2
9	Ряд Лорана	10	2	4	-	4
10	Классификация особых точек	8	2	4	-	2
11	Теория вычетов	8	-	6	-	2
экзамен		36				36
Итого:		4/144	18	36		54+36

5.2. Содержание

Тема 1. Понятие комплексного числа, действия над комплексными числами. Комплексные числа. Действия с комплексными числами. Комплексная плоскость. Модуль и аргумент комплексного числа, их свойства. Операции возведения в целую степень и извлечение корня, формулы Эйлера и Муавра.

Тема 2. Предел последовательности, числовые ряды. Последовательность комплексных чисел, сходимость. Бесконечно удаленная точка. Расширенная комплексная плоскость. Сфера Римана. Числовые ряды. Признаки сходимости.

Тема 3. Функции комплексного переменного, предел, непрерывность. Функции комплексного переменного. Предел функции в точке и на бесконечности. Непрерывность функции комплексного переменного.

Тема 4. Дифференцируемость функции комплексного переменного. Понятие производной функции по комплексной переменной. Условие Коши-Римана. Аналитические функции. Восстановление аналитической функции по ее действительной или мнимой части. Геометрический смысл модуля и аргумента производной функции комплексного переменного. Понятие конформного отображения.

Тема 5. Элементарные функции комплексного переменного. Конформные отображения. Элементарные функции и осуществляемые ими отображения: линейная и дробно-линейная функции, функции $w=z^n$, $w=\sqrt[n]{z}$, показательная и логарифмическая функции и функция Жуковского. Непрерывные однозначные ветви многозначных функций. Римановы поверхности.

Тема 6. Интеграл от функции комплексного переменного. Понятие интеграла от функции комплексного переменного. Условия независимости интеграла от пути интегрирования. Интегральная теорема Коши для односвязных и многосвязных областей. Интегральная формула Коши, теорема Лиувилля. Основная теорема алгебры.

Тема 7. Разложение аналитической функции в ряд Тейлора. Степенные ряды. Радиус и круг сходимости. Разложение функции в степенной ряд. Теорема единственности разложения функции в степенной ряд. Ряд Тейлора. Теорема о существовании разложения аналитической функции в степенной ряд. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции.

Тема 8. Теорема единственности. Аналитическое продолжение. Нули аналитической функции. Свойство единственности аналитической функции. Понятие об аналитическом продолжении. Принцип максимума модуля и его применение.

Тема 9. Ряд Лорана. Обобщенный степенной ряд. Теорема о существовании разложения аналитической функции в обобщенный степенной ряд. Ряд Лорана. Теорема о единственности разложения функции в ряд Лорана.

Тема 10. Классификация особых точек. Изолированные особые точки аналитической функции, их классификация. Теорема Сохоцкого-Вейерштрасса, теорема Пикара.

Тема 11. Теория вычетов. Понятие вычета функции. Способы нахождения вычетов в точке. Основная теорема о вычетах. Вычет в точке бесконечность. Применение вычетов к вычислению интегралов.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению	Форма контроля
-------	--------------------------	---------	------	---	----------------

				задания (Литература)	
	3 семестр				
1	Понятие комплексного числа, действия над комплексными числами	Изучение теоретического материала лекций. Выполнение д/з.	6	Лекционный материал	Опрос на практическом занятии, экзамен Разбор домашних заданий
2	Предел последовательности, числовые ряды	Изучение теоретического материала лекций. Выполнение д/з.	4	Лекционный материал	Опрос на практическом занятии, экзамен Разбор домашних заданий
3	Функции комплексного переменного, предел, непрерывность	Изучение теоретического материала лекций. Выполнение д/з.	6	Лекционный материал	Опрос на практическом занятии, экзамен Разбор домашних заданий
4	Дифференцируемость функции комплексного переменного	Изучение теоретического материала лекций. Выполнение д/з.	8	Лекционный материал	Опрос на практическом занятии, экзамен Разбор домашних заданий
5	Элементарные функции комплексного переменного. Конформные отображения	Изучение теоретического материала лекций. Выполнение д/з.	6	Лекционный материал	Опрос на практическом занятии, экзамен Разбор домашних заданий
6	Интеграл от функции комплексного переменного	Изучение теоретического материала лекций. Выполнение д/з.	8	Лекционный материал	Опрос на практическом занятии, экзамен Разбор домашних заданий
7	Разложение аналитической функции в ряд Тейлора	Изучение теоретического материала лекций. Выполнение д/з.	6	Лекционный материал	Опрос на практическом занятии, экзамен Разбор домашних заданий
8	Теорема единственности. Аналитическое продолжение	Изучение теоретического материала лекций. Выполнение д/з.	2	Лекционный материал	Опрос на практическом занятии, экзамен Разбор домашних заданий
9	Ряд Лорана	Изучение теоретического материала лекций. Выполнение д/з.	4	Лекционный материал	Опрос на практическом занятии, экзамен Разбор домашних заданий

10	Классификация особых точек	Изучение теоретического материала лекций. Выполнение д/з.	2	Лекционный материал	Опрос на практическом занятии, экзамен Разбор домашних заданий
11	Теория вычетов	Изучение теоретического материала лекций. Выполнение д/з.	2	Лекционный материал	Опрос на практическом занятии, экзамен Разбор домашних заданий
		Подготовка к экзамену.	36	Лекционный материал	Экзамен
	Итого:		54+36		

6.2. Тематика и задания для практических занятий

№	Тема практического занятия	Задания для практического занятия
3 семестр		
Литература , необходимая для занятий: [1] Сборник задач по высшей математике. 1курс / К.Н.Лунгу, Д.Т.Письменный, С.Н.Федин, Ю.А.Шевченко. – М.: Айрис-пресс, 2008. [2] Балк М.Б., Петров В.А., Полукина А.А. Задачник-практикум по теории аналитических функций. – М.: Просвещение, 1976. [3] Сборник задач по высшей математике. 2курс / К.Н.Лунгу и др.; под ред. С.Н.Федина. – М.: Айрис-пресс, 2007. [4] Волковысский Л.И., Лунц Г.Л., Араманович И.Г. Сборник задач по теории функций комплексного переменного. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. [5] Эйдерман В. Я. Основы теории функций комплексного переменного и операционное исчисление. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.		
1	Комплексные числа, основные понятия. Геометрическое изображение комплексных чисел. Формы записи комплексного числа. Действия над комплексными числами.	[1] стр. 435 № 10.1.2, 10.1.4 (а), 10.1.6 (а, б), 10.1.7 (а, б), 10.1.8, стр. 439 № 10.2.3, 10.2.4
2	Предел последовательности. Числовые ряды	[2] стр. 21 № 61, 63, 65, 69, 71. [1] стр. 17 № 1.95, 1.97, 1.99, 1.100, 1.103.
3	Функции комплексного переменного	[4] Стр. 18 № 1.109, 1.113, 1.114(1), 1.115(1), [2] стр. 32 № 7.118, 7.119, [3] стр. 439 № 7.1.2, 7.1.4, 7.1.6, 7.1.9., 7.1.12, 7.1.17, стр. 443 № 7.1.35, 7.1.37.
4	Дифференцируемость функции комплексного переменного. Аналитическая функция	[3] стр. 445 № 7.2.5- 7, 7.2.33. [3] стр. 445 № 7.2.5 — 7, 7.2.33

5	Восстановление аналитической функции по ее действительной и мнимой части. Геометрический смысл модуля и аргумента производной.	[3] стр.445 № 7.2.20-29 [4] № 1.187 (1,3), 1.188 (1,2)
6	Линейная функция	[4] № 2.1, 2.4 (1,2), 2.5(1) [4] № 2.2,2.4(3), 2.5(2), 2.7.
7	Дробно-линейная функция Степенная функция.	[4] № 2.8(1,-4),2.18,2.21(1) [4] № 2.86 (1) [2] стр. 7 № 4(а), стр. 69 № 315 (а,в)
8	Показательная и логарифмическая функция.	[4] № 2.146(1,5,7), 2.148 (1,3) [2] стр. 61 № 276 (а,в,г) стр. 65 № 294,296,299.
9	Интеграл от функции комплексного переменного	[3] стр. 460 № 7.3.8, 7.3.10,7.3.16 [3] стр.461 № 7.3.9,7.3.11,7.3.12.
10	Интегральная формула Коши	[3] стр.463 № 7.3.38,7.3.39,7.3.42, 7.3.47, 7.3.48. [3] стр. 463 № 7.3.40, 7.3.41, 7.3.43- 7.3.45.
11	Степенные ряды. Разложение функции в ряд Тейлора.	[4] стр.61 № 3.40,3.42,3.44,3.57 [5] стр.247 № 26(б)
12	Ряд Лорана	[3] стр.471 № 7.4.5,7.4.7,7.4.8,7.4.12,7.4.19.
13	Ряд Лорана	[3] стр. 461 №7.4.6, 7.4.9, 7.4.10, 7.4.11, 7.4.14, 7.4.21
14,15	Классификация особых точек	[3] стр.474 №7.4.26, 7.4.27, 7.4.31, 7.4.34, 7.4.36. [3] стр. 474 № 7.4.28, 7.4.29, 7.4.32, 7.4.35, 7.4.38.
16	Вычисление вычетов	[3] стр.481 № 7.5.5-7.5.9 [3] стр.481 № 7.5.10-7.5.18
17,18	Вычисление интегралов с помощью вычетов	[3] стр.483 № 7.5.25-7.5.36. [3] стр. 483 № 7.5.37-7.5.40

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий .

Лабораторные занятия отсутствуют.

6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ (проектов) при наличии

Курсовые работы отсутствуют.

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

№ п/п	Литература	Кол-во книг
<i>Основная</i>		
1	Владимирский, Борис Михайлович. Математика : Общий курс : [учеб. для бакалавров естественнонаучных направлений] / Б. М. Владимирский, А. Б. Горстко, Я. М. Ерусалимский. - Изд. 4-е, стер. - СПб. : Лань, 2008. - 957, [2] с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 948-950. - Предм. указ.: с. 951-957. - ISBN 978-5-8114-0445-2 : 869.88.	6
2	Волковыский, Лев Израилевич. Сборник задач по теории функций комплексного переменного : [учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений] : рекомендовано Мин-вом общего и специального обр. РФ / Волковыский, Лев Израилевич, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - Изд. 4-е, перераб. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 312 с. : ил. - ISBN 5-9221-0264-8 : 231.32.	6
3	Курс высшей математики : Интегральное исчисление. Функции нескольких переменных. Дифференциальные уравнения : лекции и практикум : [учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений] : допущено МО РФ / И. М. Петрушко [и др.] ; под общ. ред. И. М. Петрушко. - Изд. 2-е, стер. - СПб. : Лань, 2008. - 603, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 595. - ISBN 978-5-8114-0633-3 : 551.98.	6
4	Письменный, Дмитрий Трофимович. Конспект лекций по высшей математике : в 2 частях. Ч. 2 : 35 лекций / Письменный, Дмитрий Трофимович. - 6-е изд. - М. : Айрис Пресс, 2008. - 256 с. - ISBN 978-5-8112-2921-5 : 71.51.	20
<i>Дополнительная</i>		
5	Волковыский, Лев Израилевич. Сборник задач по теории функций комплексного переменного : [учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений] : рекомендовано Мин-вом общего и специального обр. РФ / Волковыский, Лев Израилевич, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - Изд. 4-е, перераб. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 312 с. : ил. - ISBN 5-9221-0264-8 : 231.32.	6
6	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
7	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
8	Половинкин Евгений Сергеевич. Курс лекций по теории функций комплексного переменного / Половинкин,	3

	Евгений Сергеевич. - М. : Физматкнига, 2003. - 208 с. : ил. - Библиогр.: с. 199. - Предм. указ.: с. 200-203. - ISBN 5-89155-115-9 : 293.27.	
9	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
10	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
11	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
12	Шабунин, М.И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного / М.И.Шабунин, М.И.Карлов, Е.С.Половинкин. - 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 363 с. - ISBN 978-5-9963-0801-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222878 (11.03.2015).	

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

1. Библиотека КГУ <http://library.ksu.edu.ru/>
2. ЭБС «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru>
3. ЭБС «Znaniium» <http://znaniium.com/>
4. Консультант Студента. Электронная библиотека технического вуза <http://www.studentlibrary.ru/>

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

Аудитория для лекций:

Корпус Е, № 226, количество посадочных мест – 60, мультимедийный комплекс, включающий экран, ноутбук и проектор. Специализированное демонстрационное оборудование: скамья Жуковского, гироскоп с горизонтальной осью, гироскоп с вертикальной осью, китайский волчок, вращение катушки, модель продольных и поперечных волн.

Аудитория для практических занятий:

Корпус Е, № 212, количество посадочных мест – 24.

Аудитории для самостоятельной работы:

Читальный зал корпуса «Е», количество посадочных мест – 22, 9 компьютеров (6 для читателей, 3 для сотрудников); 1 сканер.

Читальный зал корпуса «Б1», количество посадочных мест – 200. 3 компьютера для сотрудников; 1 принтер; 1 копир/принтер; 1 проектор; 2 экрана для проектора; 1 ворота «Антивор»; 1 WIFI-точка доступа. Лицензионное ПО: АИБС МаркSQL.

Компьютерный класс, корпус "Е", ауд.227, количество посадочных мест – 16, Блок системный КМ Office ТЗ-4170, монитор Philips. Лицензионное ПО: Windows 8.1 Pro договор № 50155/ЯР4393 от 12.12.2014 с ООО Софт-лайн Проекты, MathCAD Education договор № 208/13 от 10.06.2013 с ООО ЮнитАльфаСофт.