

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Инженерный институт



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Теория функции комплексного переменного Б1.В.ОД.10

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Альпин Т.Ю. , Кашаргин П.Е.

Рецензент(ы):

Попов В.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Сушков С. В.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Инженерного института:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 868144718

Казань

2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) ассистент, б/с Альпин Т.Ю. Кафедра теории относительности и гравитации Отделение физики , Timur.Alpin@kpfu.ru ; старший преподаватель, к.н. Кашаргин П.Е. Кафедра теории относительности и гравитации Отделение физики , Pavel.Kashargin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины 'Теория функций комплексного переменного' являются: знание основных понятий теории функции комплексного переменного, таких как: комплексные числа, функции комплексного переменного, аналитические функции, ряды аналитических функций, вычеты, преобразование Лапласа и операционное исчисление.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.10 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 16.03.01 Техническая физика и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Логически курс является продолжением курса математического анализа, читаемого на первых курсах Института Физики.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ок-7	способность к самоорганизации и самообразованию
опк-2	способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия теории функций комплексного переменного, методы операционного исчисления.

2. должен уметь:

3. должен владеть:

методами интегрирования и дифференцирования функции комплексного переменного, методами операционного исчисления, приёмами работы с рядами аналитических функций, уметь использовать эти понятия и методы при решении задач, возникающих в теоретической и математической физике.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

производить арифметические операции с комплексными числами;

вычислять элементарные функции комплексного переменного;

применять конформные отображения для отображения кривых и областей на комплексной плоскости;

дифференцировать и интегрировать функции комплексного переменного;

раскладывать функции в степенные ряды;

находить вычеты и применять теорию вычетов к вычисления интегралов;

находить преобразование Лапласа;

применять операционное исчисление для решения интегральных и дифференциальных уравнений.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Комплексные числа и арифметические операции над ними.	3		5	7	0	
2.	Тема 2. функции комплексного переменного	3		5	7	0	
3.	Тема 3. Интеграл и его свойства.	3		5	7	0	Контрольная работа
4.	Тема 4. Степенные ряды.	3		5	7	0	
5.	Тема 5. Операционное исчисление.	3		4	8	0	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	Экзамен
	Итого			24	36	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Комплексные числа и арифметические операции над ними.

лекционное занятие (5 часа(ов)):

Комплексные числа и арифметические операции над ними. Комплексная плоскость. Тригонометрическая форма комплексного числа. Возведение в целую степень. Извлечение корня n -ой степени. Возведение в комплексную степень числа e . Логарифм комплексного числа. Возведение в комплексную степень комплексного числа. Предел последовательности. Необходимые и достаточные условия сходимости последовательности. Неограниченная последовательность. Полная комплексная плоскость и сфера Римана.

практическое занятие (7 часа(ов)):

Занятие 1. Комплексные числа. Линии и области на комплексной плоскости.

Тема 2. функции комплексного переменного

лекционное занятие (5 часа(ов)):

Определение функции комплексного переменного. Однозначность. Однолиственность. Кривые на комплексной плоскости. Односвязные и многосвязные области. Предел функции комплексного переменного. Непрерывность функции комплексного переменного. Основные теоремы о непрерывных в замкнутой области функциях. Производная, дифференциал. Условия Коши - Римана. Аналитическая (регулярная) функция в точке, в области. Связь с гармоническими функциями. Геометрическая интерпретация производной в точке. Конформное отображение. Общие принципы. Дробно-линейное отображение. Функция Жуковского. Простейшие элементарные функции \sin, \cos . Области однолиственности и соответствующие отображения. Ветви и точки разветвления для радикала, логарифма.

практическое занятие (7 часа(ов)):

Занятие 2. Понятие функции комплексного переменного. Занятие 3. Аналитические функции. Условия Коши-Римана. Занятие 4. Элементарные функции и конформные отображения.

Тема 3. Интеграл и его свойства.

лекционное занятие (5 часа(ов)):

Интеграл и его свойства. Интегральная теорема Коши для односвязной области и многосвязной области. Первообразная. Формула Ньютона-Лейбница. Интеграл типа Коши. Существование производной любого порядка для аналитической функции. Ряды числовые и функциональные. Равномерная сходимость для функционального комплексного ряда. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда. Свойства суммы равномерно сходящегося ряда. Почленное дифференцирование и интегрирование рядов.

практическое занятие (7 часа(ов)):

Занятие 5.. Интеграл от функции комплексного переменного.

Тема 4. Степенные ряды.

лекционное занятие (5 часа(ов)):

Степенные ряды. Теорема Абеля. Круг сходимости. Нули аналитической функции и единственность определения аналитической функции. Ряд Лорана. Разложение в ряд Лорана в кольце. Изолированные особые точки. Классификация изолированных особых точек. Теория вычетов. Основные теоремы. Приложения к вычислению интегралов.

практическое занятие (7 часа(ов)):

Занятие 6. Ряды Тейлора. Ряды Лорана. Занятие 7. Особые точки и вычеты. Занятие 8. Теоремы о вычетах и их применение к вычислению контурных и определенных интегралов.

Тема 5. Операционное исчисление.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Функция-оригинал. Изображение или преобразование Лапласа функции-оригинала. Основная теорема для преобразования Лапласа. Свойства преобразования Лапласа. Таблица изображений. Дифференцирование оригинала и изображения. Интегрирование оригинала и изображения. Теоремы запаздывания и смещения. Свертка оригиналов. Формула Дюамеля. Операционный метод решения дифференциальных уравнений. Приложения операционного исчисления к расчету электрических цепей.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Занятие 9. Элементы операционного исчисления.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Интеграл и его свойства.	3		подготовка к контрольной работе	18	Контрольная работа
5.	Тема 5. Операционное исчисление.	3		подготовка к контрольной работе	12	Контрольная работа
	Итого				30	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курс лекций и практических занятий, организованных по стандартной технологии в интерактивной форме с живым диалогом между преподавателем и студентом.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Комплексные числа и арифметические операции над ними.

Тема 2. функции комплексного переменного

Тема 3. Интеграл и его свойства.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Спецификация контрольной работы: 1. Арифметические операции с комплексными числами, 2. Элементарные функции комплексного переменного 3. Интеграл функции комплексного переменного 4. Дифференцирование. Нахождение аналитической функции по известной вещественной или мнимой части. 5. Конформные отображения.

Тема 4. Степенные ряды.

Тема 5. Операционное исчисление.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Спецификация контрольной работы: 1. Разложение функции в степенной ряд. 2. Классификация изолированных особых точек. 3. Применение теории вычетов к вычислению интегралов. 4. применение операционного исчисления к решению дифференциального/интегрального уравнения

Итоговая форма контроля

экзамен (в 3 семестре)

Примерные вопросы к экзамену:

БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНАМ

Билет 1.

1. Функция-оригинал. Преобразование Лапласа или изображение функции-оригинала. Основные теоремы для изображения.

2. Комплексные числа и арифметические действия над ними.

Билет 2.

1. Составление таблицы изображений и свойства преобразования Лапласа:

а) линейность; б) подобие.

2. Комплексная плоскость. Тригонометрическая форма комплексного числа. Возведение в целую степень. Извлечение корня.

Билет 3.

1. Дифференцирование функции-оригинала.
2. Возведение в комплексную степень числа e . Логарифм комплексного числа. Возведение в комплексную степень комплексного числа.

Билет 4.

1. Дифференцирование изображения и применение этой операции к составлению таблицы изображений.
2. Предел последовательности комплексных чисел. Необходимые и достаточные условия сходимости последовательности.

Билет 5.

1. Интегрирование оригинала и изображения.
2. Неограниченная последовательность. Полная комплексная плоскость, сфера Римана.

Билет 6.

1. Теоремы запаздывания и смещения.
2. Определение функции комплексного переменного. Открытые и замкнутые области. Предел функции комплексного переменного.

Билет 7.

1. Свертка оригинала. Формула Дюамеля.
2. Непрерывность функции комплексного переменного. Основные теоремы о непрерывных функциях комплексного переменного (без доказательства).

Билет 8.

1. Операционный метод решения дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
2. Производная и дифференциал функции комплексного переменного. Условия Коши - Римана.

Билет 9.

1. Операционный метод решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
2. Определение аналитической в области и в точке функции комплексного переменного, связь с гармоническими функциями.

Билет 10.

1. Геометрическая интерпретация производной. Конформное отображение (общие принципы).
2. Интеграл от функции комплексного переменного. Интегральная теорема Коши для односвязной области.

Билет 11.

1. Дробно-линейное отображение. Функция Жуковского.
2. Первообразная. Формула Ньютона-Лейбница для функции комплексного переменного.

Билет 12.

1. Элементарная функция. Области однолиственности.
2. Интегральная теорема Коши для многосвязной области.
Интегральная формула Коши.

Билет 13.

1. Элементарная функция. Области однолиственности.
2. Интеграл типа Коши. Существование производной любого порядка для аналитической функции.

Билет 14.

1. Элементарные функции $w=\sin z$, $w=\cos z$ и их свойства. Области однолиственности.
2. Ряды с комплексными числами. Функциональные ряды. Определение равномерной сходимости для функционального комплексного ряда.

Билет 15.

1. Ветви и точки ветвления для радикала .
2. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости ряда.

Билет 16.

1. Ветви и точки ветвления для логарифма $w = \operatorname{Ln} z$.
2. Аналитичность суммы функционального ряда.

Билет 17.

1. Степенные ряды. Теорема Абеля. Круг сходимости.
2. Приложения теории вычетов к вычислению интегралов.

Билет 18.

1. Теорема о сумме степенного ряда. Ряд Тейлора.
2. Теория вычетов. Основные теоремы.

Билет 19.

1. Ряд Лорана. Разложение в ряд в кольце.
2. Единственность определения аналитической функции.

Билет 20.

1. Изолированные особые точки. Необходимые и достаточные условия их существования.
2. Условия Коши--Римана. Прямая и обратная теорема.

7.1. Основная литература:

1. Теория функций комплексной переменной: учебник / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов, - 6-е изд. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 336 с.: ISBN 978-5-9221-0133-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/544573>
2. Туганбаев, А. А. Функции комплексного переменного [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Туганбаев. - М.: ФЛИНТА, 2012. - 48 с. - ISBN 978-5-9765-1406-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/462669>
3. Теория функций комплексного переменного : учебник / Е.С. Половинкин. ? М. : ИНФРА-М, 2018. ? 254 с. ? (Высшее образование: Бакалавриат). ? www.dx.doi.org/10.12737/6014. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/945532>
4. Малышева, Н. Б. Функции комплексного переменного [Электронный ресурс] : Учеб. для вузов./ Н. Б. Малышева, Э. Р. Розендорн ; Под ред. Э. Р. Розендорна. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 168 с. - ISBN 978-5-9221-0977-2. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/544726>

7.2. Дополнительная литература:

1. Карасев, И.П. Теория функций комплексного переменного [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.П. Карасев. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2008. ? 216 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2190>. ? Загл. с экрана.
2. Посицельская, Л.Н. Теория функций комплексной переменной в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Н. Посицельская. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2007. ? 136 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59465>. ? Загл. с экрана.

3. Волковиский, Л.И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.И. Волковиский, Г.Л. Лунц, И.Г. Араманович. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2006. ? 312 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2763>. ? Загл. с экрана.
4. Шабунин, М.И. Теория функций комплексного переменного [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.И. Шабунин, Ю.В. Сидоров. ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2016. ? 303 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84089>. ? Загл. с экрана.
5. Привалов, И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного [Электронный ресурс] : учебник / И.И. Привалов. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2009. ? 432 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/322>. ? Загл. с экрана.
6. Пантелеев, А.В. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Пантелеев, А.С. Якимова. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2015. ? 448 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67463>. ? Загл. с экрана.

7.3. Интернет-ресурсы:

Международный научно-образовательный сайт EqWorld - eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm

Учебно-образовательная физико-математическая библиотека - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm>

Учебные и методические пособия, выпущенные на кафедре ТОиГ - <http://toig-kazan.narod.ru/education.htm>

Учебные и методические пособия, выпущенные на кафедре ТОиГ - <https://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-teorii-otnositelnosti-i-gravitacii/uchebnaya-rabota/uchebny>

Учебные пособия кафедры ТОиГ -

<https://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-teorii-otnositelnosti-i-gravitacii/uchebnaya-rabota/uchebny>

Учебные пособия кафедры ТОиГ - <http://toig-kazan.narod.ru/education.htm>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теория функции комплексного переменного" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

учебная аудитория.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 16.03.01 "Техническая физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Альпин Т.Ю. _____

Кашаргин П.Е. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Попов В.А. _____

"__" _____ 201__ г.