

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ТЕОРИИ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 01.03.02 Прикладная математика и
информатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
5	3-5	108- 180	32	32	0	8-62	0	Э
Итого	3-5	108- 180	32	32	0	32	8-62	0

АННОТАЦИЯ

В рамках данного курса подробно рассматриваются вопросы геометрической теории функций комплексного переменного. Большое внимание уделяется исследованию существования и единственности конформного отображения некоторой области на другую. Детально изучаются свойства целых и мероморфных функций.

Рассматривается применение принципа симметрии и формулы Кристоффеля-Шварца при построении конформных отображений, задачи распределения нулей многочленов и других функций, играющие большую роль в теории устойчивости решений дифференциальных уравнений и систем. Также описывается метод решения ряда задач математической физики, основанный на построении некоторого конформного отображения для заданной области.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются изучение студентами основных приемов и методов комплексного анализа, применяемых в различных областях математики и физики, овладение приемами решения задач теории функций комплексного переменного, формирование у студентов навыков, необходимых для успешной научной и профессиональной деятельности.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Курс опирается на материал следующих дисциплин, читаемых студентам физико-математических специальностей: математика, математический анализ, линейная алгебра, геометрия, аналитическая геометрия, теория функций комплексного переменного, уравнения математической физики.

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с материалами следующих дисциплин, читаемых студентам физико-математических специальностей: математика, математический анализ, линейная алгебра, геометрия, аналитическая геометрия, теория функций комплексного переменного, функциональный анализ, теория групп, уравнения математической физики.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по следующим курсам: математический анализ, теория рядов, дифференциальные уравнения, вариационное исчисление. Необходимо уметь работать с матрицами, рядами, решать дифференциальные и интегральные уравнения, знать дифференциальное и интегральное исчисление.

Полученные в результате освоения данной дисциплины навыки и знания используются во всем объеме математических и физических дисциплин.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
Разработка математических моделей, алгоритмов и методов для решения различных задач.	Математические модели и алгоритмы.	<p>ПК-2 [1] - Способен понимать, применять и совершенствовать современный математический аппарат</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001</p>	<p>3-ПК-2[1] - знать современный математический аппарат, используемый при описании, решении и анализе различных прикладных задач;</p> <p>У-ПК-2[1] - использовать современный математический аппарат для построения математических моделей и алгоритмов решения различных прикладных задач;</p> <p>В-ПК-2[1] - владеть навыками применения современного математического аппарата для построения математических моделей различных процессов, для обработки экспериментальных, статистических и теоретических данных, для разработки новых алгоритмов и методов исследования задач различных типов</p>
Использование современного математического аппарата, вычислительной техники и	Данные, описывающие различные физические, технологические, экономические и	ПК-3.1 [1] - способен применять современные методы обработки, анализа и визуализации данных в различных предметных	<p>3-ПК-3.1[1] - Знать базовые методы и алгоритмы обработки данных;;</p> <p>У-ПК-3.1[1] - Уметь использовать</p>

программного обеспечения для сбора, анализа и обработки данных.	др. процессы.	областях с использованием современного математического аппарата и компьютерных технологии <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001, 06.042	современный математический аппарата и цифровые технологии для проведения анализа данных и моделирования физических процессов; В-ПК-3.1[1] - Владеть навыками обработки и анализа данных, навыками математического моделирования физических процессов
---	---------------	---	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (В22)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков

		взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
--	--	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>5 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	16/16/0		25	КИ-8	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1
2	Раздел 2	9-16	16/16/0		25	КИ-16	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3.1, У-ПК-3.1,

							В-ПК-3.1
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		32/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	Э	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	32	32	0
1-8	Раздел 1	16	16	0
1 - 5	Тема 1. Геометрические принципы ТФКП Принцип соответствия границ. Принцип максимума модуля аналитической функции. Следствия из принципа максимума. Лемма Шварца. Гармонические функции. Свойств гармонических функций. Связь аналитических и гармонических функций. Алгебраическая формула восстановления аналитической функции по ее вещественной части.	Всего аудиторных часов		
		8	8	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 8	Тема 2. Распределение нулей Теорема о логарифмическом вычете. Принцип аргумента. Теорема Руше.	Всего аудиторных часов		
		8	8	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Раздел 2	16	16	0
9 - 12	Тема 3. Конформные отображения. Отображения, осуществляемые аналитическими	Всего аудиторных часов		
		8	8	0

	функциями. Теорема о локальном обращении аналитической функции. Теорема о локальной однолиственности отображения. Определение и общие свойства конформных отображений. Теорема Римана. Условия нормировки, обеспечивающие единственность конформного отображения. Основные свойства дробно-линейных отображений. Построение конформных отображений верхней полуплоскости на единичный круг и единичного круга на единичный круг. Решение задачи Дирихле с помощью конформных отображений. Построение конформного отображения верхней полуплоскости на многоугольник. Интеграл Кристоффеля – Шварца.	Онлайн		
		0	0	0
13 - 16	Тема 4. Целые и мероморфные функции. Целые функции. Свойства нулей целых функций. Построение целой функции с заданной последовательностью нулей. Теорема Вейерштрасса. Целые трансцендентные функции. Характеристики роста целых трансцендентных функций. Порядок и тип. Мероморфные функции. Представимость мероморфной функции в виде отношения двух целых функций. Свойства полюсов мероморфных функций. Построение общего представления для мероморфной функции с заданной последовательностью полюсов. Теорема Миттаг-Леффлера. Периодические мероморфные функции. Свойства множества периодов мероморфной функции.	Всего аудиторных часов		
		8	8	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекции и семинары проводятся в традиционной форме. При выполнении домашнего задания студенты используют литературу, а также, при желании, программы символьных вычислений Maple и Matlab.

При обсуждении материала лекционных занятий применяются интерактивные формы обучения, в частности используются презентации, дискуссионная форма проведения занятия. В процессе проведения лекционных занятий уделяется внимание современным научным

результатам, рассказывается о работе с научной литературой. Обязательным является самостоятельная работа студентов, выполнение индивидуальных заданий, работа с литературой.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-3.1	З-ПК-3.1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3.1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3.1	Э, КИ-8, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные
60-64			

			формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 517 Ш12 Введение в комплексный анализ Ч.1 Функции одного переменного, Москва: Ленанд, 2015
2. 517 Ш12 Введение в комплексный анализ Ч.2 Функции нескольких переменных, Москва: Ленанд, 2015
3. 517 Н 33 Курс комплексного анализа : , Москва: МЦНМО, 2012
4. 517 Б27 Несобственные интегралы : учебно-методическое пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
5. ЭИ С 24 Теория функций комплексной переменной : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2010
6. 517 М69 ТФКП : практикум, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 517 В67 Сборник задач по теории функций комплексного переменного : Учеб. пособие для вузов, Л. И. Волковыский, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович, Москва: Физматлит, 2006
2. 517 Л13 Методы теории функций комплексного переменного : , Лаврентьев М.А.,Шабат Б.В., Москва: Лань, 2002

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1. Проведение лекционных и практических занятий

Содержание дисциплины логически разбито на несколько взаимосвязанных частей.

Первая часть дисциплины включает в себя детальное изучение важнейших геометрических принципов ТФКП. Далее рассматриваются свойства отображений, осуществляемых аналитическими функциями, большое внимание уделяется наиболее важным классам функций комплексного переменного: целым и мероморфным, эллиптическим и некоторым другим. В завершении курса даются основные сведения о спектральном разложении линейных операторов в комплексном векторном пространстве. 70-80% лекций содержат новый теоретический материал, а 20-30% - примеры решения типовых задач. Большая часть примеров и задач рассматривается на семинарских занятиях.

Основной упор на лекциях делается на четкое изложение основных определений, доказательства утверждений и теорем, понимание излагаемого материала и развитие умения применять полученные знания на практике.

В ходе семинарских занятий под руководством преподавателя студенты должны, используя прослушанный на лекциях теоретический материал, решить ряд задач с помощью освоенных методов. Варианты заданий выдаются в начале каждого семинарского занятия, при этом часть задач остается в качестве домашнего задания с последующим разбором в ходе дальнейших занятий. Самостоятельная работа включает в себя подготовку ответов на теоретические вопросы по пройденной теме, а также решение задач, заданных на дом.

На каждом занятии отмечается посещаемость студентов. При изучении курса студентам рекомендуется внимательно ознакомиться с программой дисциплины, взять в библиотеке рекомендованную литературу.

2. Организация контроля успеваемости студентов

Организация контроля успеваемости студентов проводится с использованием фонда оценочных средств по данной дисциплине (ФОС). Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости по дисциплине «Дополнительные главы теории функций комплексного переменного» используются

- Тесты
- Контрольные работы

Рубежный контроль проводится на 8 и 16 неделе. Промежуточный контроль выставляется на основе экзамена.

Для допуска к экзамену необходимо закрыть на положительную оценку все предложенные в рамках текущего контроля задания.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Проведение лекционных и практических занятий

Содержание дисциплины логически разбито на несколько взаимосвязанных частей.

Первая часть дисциплины включает в себя детальное изучение важнейших геометрических принципов ТФКП. Далее рассматриваются свойства отображений, осуществляемых аналитическими функциями, большое внимание уделяется наиболее важным классам функций комплексного переменного: целым и мероморфным, эллиптическим и некоторым другим. В завершении курса даются основные сведения о спектральном разложении линейных операторов в комплексном векторном пространстве. 70-80% лекций содержат новый теоретический материал, а 20-30% - примеры решения типовых задач. Большая часть примеров и задач рассматривается на семинарских занятиях.

Основной упор на лекциях делается на четкое изложение основных определений, доказательства утверждений и теорем, понимание излагаемого материала и развитие умения применять полученные знания на практике.

Наибольшие трудности, как правило, вызывают темы, связанные с самостоятельным построением композиций конформных отображений. Также многие студенты испытывают трудности с применением принципа симметрии и леммы Кристоффеля – Шварца, на что следует обращать особое внимание. Кроме того, приходится констатировать, что многим студентам с трудом справляются с задачами, требующими одновременного применения различных методов ТФКП. Таким образом, следует уделить время подготовке студентов в области многошаговых задач.

В ходе семинарских занятий под руководством преподавателя студенты должны, используя прослушанный на лекциях теоретический материал, решить ряд задач с помощью освоенных методов. Варианты заданий выдаются в начале каждого семинарского занятия, при этом часть задач остается в качестве домашнего задания с последующим разбором в ходе дальнейших занятий. Самостоятельная работа включает в себя подготовку ответов на теоретические вопросы по пройденной теме, а также решение задач, заданных на дом.

На лекционных занятиях сначала излагается теоретический материал, затем, в зависимости от темы, рассматриваются примеры для пояснения и более быстрого освоения теоретического материала. Практика показала, что следует использовать различные приемы вовлечения студентов в творческий процесс освоения учебного материала: опрос студентов по содержанию прочитанных лекций, вызов студентов к доске для решения текущей задачи, самостоятельное решение задач со сверкой промежуточных и конечных результатов решения, показ преподавателем на доске решения типовых задач и, наконец, проведение самостоятельных работ.

На каждом занятии следует отмечать посещаемость студентов. Рекомендуется не допускать студентов до сдачи контрольных мероприятий регулярно пропускающих занятия. На первом занятии необходимо ознакомить студентов с программой дисциплины, а также предложить литературу, которая потребуется для успешного освоения материала.

2. Организация контроля успеваемости студентов

Организация контроля успеваемости студентов проводится с использованием фонда оценочных средств по данной дисциплине (ФОС). Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости по дисциплине используются

- Тесты
- Контрольные работы

Рубежный контроль проводится на 8 и 16 неделе. Промежуточный контроль выставляется на основе экзамена.

Для допуска к экзамену необходимо закрыть на положительную оценку все предложенные в рамках текущего контроля задания.

Автор(ы):

Климанов Сергей Геннадиевич, к.ф.-м.н., доцент

Рецензент(ы):

к.ф.-м.н., доцент Карташев А. П.