



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП ДТФИТ

И.о. директора ИНТПМ


(подпись)

Нефедев К.В.
(ФИО)



Красицкая С.Г.
(ФИО.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория функций комплексного переменного
Направление подготовки 03.03.02 Физика
Цифровая физика
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 03.03.02 **Физика**, утвержденного приказом Минобрнауки России от от 07 августа 2020. №891.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий

протокол от «3» февраля 2023 г. № 09

Директор Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий д.ф.-м.н., профессор К.В. Нефедев

Составитель: д.ф.-м.н., профессор Белоконь В.И.

Владивосток

2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий и утверждена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий, протокол от « ____ » _____ 202 г. № _____
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий и утверждена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий, протокол от « ____ » _____ 202 г. № _____
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий и утверждена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий, протокол от « ____ » _____ 202 г. № _____
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий и утверждена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий, протокол от « ____ » _____ 202 г. № _____

Аннотация дисциплины

Теория функций комплексного переменного

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы /144 академических часа. Является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 2 курсе и завершается *экзаменом*. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 32 часа, лабораторных работ - 40 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента - 27 часов, и контроль – 45 часов.

Язык реализации: русский.

Цель

Основная цель курса состоит в изучении основных положений теории функций комплексного переменного и ее приложений к решению задач теоретической и математической физики в области теории ядра и элементарных частиц. Знакомство с теорией функций комплексного переменного является необходимым элементом современного образования студента, специализирующегося в области теории атомного ядра и элементарных частиц.

Задачи:

Изучение основных свойств аналитических функций.

Изучение возможности применения ТФКП к решению задач математической и теоретической физики.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Профессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Научно-исследовательский	<p>ПК-1 . Способен использовать специализированные знания в области физики, а также стандартные программные средства компьютерного моделирования для освоения профильных физических дисциплин</p>	<p>ПК-1.3 . Применяет современные научные методы на уровне, необходимом для постановки и решения задач, основы компьютерного моделирования</p>	<p>Знает средства программирования, и компьютерного моделирования, используемые при решении задач Умеет использовать методы и средства программирования, и компьютерного моделирования при решении задач Владеет навыками применения современных научных методов, а также использует основы компьютерного моделирования, необходимые для постановки и решения задач</p>
Научно-исследовательский	<p>ПК-3 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p>	<p>ПК-3.1. Применяет современные информационные технологии и программные средства при решении научно-исследовательских задач</p>	<p>Знает возможности применения современных информационных технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач Умеет осуществлять подготовку программных средств при решении научно-исследовательских задач Владеет навыками использования современных информационных технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач</p>

II. Трудоемкость дисциплины и виды учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы /144 академических часа. Является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 2 курсе и завершается *экзаменом*. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 36 часов, практических занятий -72 часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента - 27 часов.

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося				Формы промежуточной аттестации
			Лек	лабораторные	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Функции комплексного переменного.	3	20	28	18	30	Контрольная работа
2	Раздел 2. Приложение ТФКП к решению физических задач	3	12	12	9	15	Контрольная работа
	Итого:		32	40	27	45	

Экзамен 2 курс 3 семестр.

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

РАЗДЕЛ I.

Тема 1. Комплексные числа и действия над ними

Комплексные числа и действия над ними. Геометрическая интерпретация. Сфера комплексных чисел. Извлечение корня из комплексного числа. Предел последовательности комплексных чисел. Бесконечно удаленная точка.

Тема 2. Аналитические функции.

. Понятие функции комплексной переменной. Непрерывность. Дифференцирование. Условия Коши-Римана. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Интеграл. Формула Коши. Следствия. Принцип максимума модуля аналитической функции. Интегралы типа Коши. Существование производных всех порядков аналитической функции.

Тема 3. Ряды аналитических функций

Ряды аналитических функций. Числовые ряды. Функциональные ряды. Свойства равномерно сходящихся рядов. Теорема Вейерштрасса. Степенные

ряды. Ряд Тейлора. Единственность определения аналитической функции. Ряд Лорана. Классификация особых точек. Теория вычетов и ее применение. Вычисление определенных интегралов. Логарифмический вычет, принцип аргумента

Тема 4. Конформные отображения

. Конформные отображения. Определение и простейшие примеры. Основные принципы. Дробно-линейная функция и ее свойства. Функция Жуковского. Интеграл Шварца-Кристоффеля

Раздел II. Приложения ТФКП к решению физических задач

Тема1. Связь аналитических и гармонических функций. Сохранение оператора Лапласа при конформном отображении. Задача Дирихле. Построение функции источника. Приложение к задачам физики (комплексные потенциалы в электростатике и гидродинамике

Тема 2.

Основные понятия операционного исчисления. Определение преобразования Лапласа. Изображение элементарных функций. Свойства изображения. Формула Меллина. Условия существования оригинала. Вычисление интеграла Меллина. Решение задач для линейных дифференциальных уравнений операционным методом. Обыкновенные дифференциальные уравнения

Используемые активные и интерактивные методы: лекция-беседа.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

1. Лабораторные работы

Раздел I.

Занятие 1. Комплексные числа и действия над ними. 2 часа

Занятие 2. Основные понятия комплексного анализа: области и границы, предел последовательности, предел функции, условия Коши-Римана. 6 часов.

Занятие 3. Элементарные функции и их отображения. Римановы поверхности элементарных функций. 4 часа

Занятие 4 Интегральные представления элементарных функций. Примеры вычисления интегралов. 4 часа.

Занятие 5. Представление регулярных функций рядами. Ряд Лорана.

Классификация особых точек. 2 часа

Занятие 6. Приложение теории вычетов. Вычисление определенных интегралов. 2 часа

Занятие 7. Конформные отображение. Дробно-линейная функция. Простейшие отображения. 4 часа.

Раздел II.

Занятие 8. Комплексный потенциал в электростатике. Типичные задачи 6 часов.

Занятие 9. Комплексный потенциал в гидродинамике. Типичные задачи 6 часов.

V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства *	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Функции комплексного переменного.	ПК-1.3. Применяет современные научные методы на уровне, необходимом для постановки и решения задач, основы компьютерного моделирования	Знает средства программирования, и компьютерного моделирования, используемые при решении задач Умеет использовать методы и средства программирования, и компьютерного моделирования при решении задач Владеет навыками	Собеседование (УО-1), Устный опрос (УО-1)	Экзамен, Вопросы к экзамену № 1-16

			<p>применения современных научных методов, а также использует основы компьютерного моделирования, необходимые для постановки и решения задач</p>		
2	<p>Раздел 2. Приложение ТФКП к решению физических задач</p>	<p>ПК-3.1. Применяет современные информационные технологии и программные средства при решении научно-исследовательских задач</p>	<p>Знает возможности применения современных информационных технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач Умеет осуществлять подготовку программных средств при решении научно-исследовательских задач Владеет навыками использования современных информационных</p>	<p>Собеседование (УО-1),</p>	<p>Экзамен, Вопросы к экзамену № 17 - 22</p>

			технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач		
	Экзамен				Рейтинговая оценка

VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, Интернет ресурсами;
- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- подготовка реферативных обзоров источников периодической печати, опорных конспектов, заранее определенных преподавателем;

- поиск информации по теме, с последующим ее представлением в аудитории в форме доклада, презентаций;
- подготовка к выполнению аудиторных контрольных работ;
- выполнение домашних контрольных работ;
- выполнение тестовых заданий, решение задач;
- составление кроссвордов, схем;
- подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции;
- заполнение рабочей тетради;
- написание эссе, курсовой работы;
- подготовка к деловым и ролевым играм;
- составление резюме;
- подготовка к зачетам и экзаменам;
- другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	1-3я неделя	Задания для самостоятельной работы к занятию 1. Изучение материала лекции, учебника, подготовка к семинару	9 часов	Контрольная работа
2.	4-9-я недели	Задания для самостоятельной работы к занятиям 2-3. Изучение материала лекции, учебника, подготовка к семинару.	9 часов	Контрольная работа
3.	10-17-5-ая недели		9 часов	Контрольная работа

VII. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Привалов, И. И. Введение в теорию функций комплексного переменного. Учебник для вузов / И. И. Привалов. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 402 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-9916-6437-0.
- 2 Карасев И.П. Теория функций комплексного переменного. М.: Лань, 2008. - 216 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/2190/>
- 3 Эйдерман В.Я. Основы теории функций комплексного переменного и операционного исчисления. М.: Лань, 2002. - 256 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/2146/>
- 4 Петрушко И.М., Елисеев А.Г., Качалов В.И., Кудин С.Ф. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной. М.: Лань, 2010. - 368 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/526/>
- 5 М. Шабунин, Ю. Сидоров. Теория функций комплексного переменного, -М.:ЮНИМЕДИАСТАЙЛ, 2002. -248с.
- 6 Маркушевич А.И. Теория аналитических функций, - М.:, Наука 1967, т.1, 1968, т. 2 Евграфов М.А. Аналитические функции, 1968 – М.: Наука, 1979
- 7 Волковыский Л.И., Лунц Г.Л., Араманович И.Г. Сборник задач по теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1975.
- 8 Свешников А.Г., Тихонов А.Н. Теория функций комплексной переменной. – М.: Наука, 1979

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М.А. Лаврентьев, Б.В. Шабат. Методы теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1987
2. Б.А. Фукс, Б.В. Шабат. Функции комплексного переменного и некоторые их приложения. – М.: Наука, 1964

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Важной является самостоятельная работа по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его.

Методические указания по сдаче экзамена.

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора филиала по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Зачетные ведомости являются основными первичными документами по учету успеваемости студентов. Администраторы образовательных программ до начала процедуры приема зачетов и экзаменов формируют зачетно-экзаменационные ведомости.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливаются оценки: по экзамену: «отлично» и «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

В экзаменационную ведомость вносятся положительные оценки. При заполнении ведомости не допускаются прочерки или незаполненные графы. Неявка студента на зачет без уважительной причины может быть засчитана как получение неудовлетворительной оценки, при этом в ведомости делается запись «не явился».

Оценки, выставленные экзаменатором по итогам зачетов, не подлежат пересмотру.

Студент, не согласный с выставленной оценкой, имеет право в течение следующего рабочего дня подать заявление, согласованное с руководителем ООП, на имя директора Школы (института) с просьбой о пересдаче экзамена комиссии. В случае обоснованности поданного заявления директор Школы

создает комиссию в составе не менее 3 профильных преподавателей по соответствующей кафедре. Оценка, полученная студентом во время пересдачи экзамена комиссии, является окончательной.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы ¹	Оснащенность специальных помещений и помещений для проведения учебных занятий, для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебные аудитории для проведения учебных занятий:		
D208/347, D303, D313а, D401, D453, D461, D518, D708, D709, D758, D761, D762, D765, D766, D771, D917, D918, D920, D925, D576, D807	Лекционная аудитория оборудована маркерной доской, аудиопроигрывателем	ЗДЕСЬ ДОПОЛНИТСЯ ЛИЦЕНЗИОННЫМ ПО
D229, D304, D306, D349, D350, D351, D352, D353, D403, D404, D405, D414, D434, D435, D453, D503, D504, D517, D522, D577, D578, D579, D580, D602, D603, D657, D658, D702, D704, D705, D707, D721, D722, D723, D735, D736, D764, D769, D770, D773, D810, D811, D906, D914, D921, D922, D923, D924, D926	2 этаж, пом № 135, Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления	
D207/346	Мультимедийная аудитория: Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500	

¹ В соответствии с п.4.3. ФГОС

	Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления),	
D226	Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления), D362 (профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; Компьютерный класс на 15 посадочных мест	
D447, D448, D449, D450, D451, D452, D502, D575	Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления	
D446, D604, D656, D659, D737, D808, D809, D812	Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; Компьютерный класс; Рабочее место: Компьютеры (Твердотельный диск - объемом 128 ГБ; Жесткий диск - объем 1000 ГБ; Форм-фактор – Tower); комплектуется клавиатурой, мышью. Монитором AOC i2757Fm; комплектом шнуров эл. питания) Модель - M93p 1; Лингафонный класс, компьютеры оснащены программным комплексом Sanako study 1200	
D501, D601	Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема	

	<p>видеокмутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; Компьютерный класс на 26 рабочих мест. Рабочее место: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK</p>	
<p>Помещения для самостоятельной работы:</p>		
<p>A1042 аудитория для самостоятельной работы студентов</p>	<p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Мемо цифровой; Устройство портативное для чтения плоскочечатных текстов PEarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA; Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Topaz 24” XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Мемо цифровой.</p>	<p>Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № А238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ptt.; - лицензия па право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия па право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.</p>