

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.И.Чуприс

2018 г.



Регистрационный № УД- 6309 / уч.

ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 04 08 Компьютерная физика**

Минск 2018г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 04 08-2018, учебного плана по специальности 1-31 04 08 «Компьютерная физика», утвержденного 13.07.2018, регистрационный номер G 31 220 /уч.

СОСТАВИТЕЛИ:

Н.Г. Абрашина-Жадаева – заведующая кафедрой высшей математики и математической физики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук Российской Федерации, доцент;

И.В. Рыбаченко – доцент кафедры высшей математики и математической физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

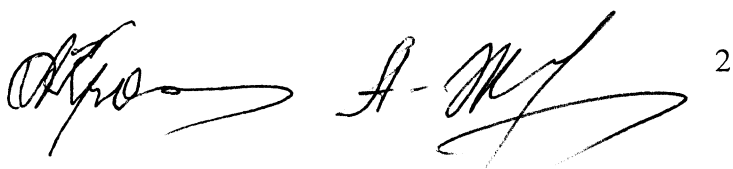
И.В. Белько – профессор кафедры высшей математики Учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», доктор физико-математических наук, профессор.

В.Г. Кротов – заведующий кафедрой теории функций Учреждения образования «Белорусский государственный университет», доктор физико-математических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой высшей математики и математической физики Белорусского государственного университета
(протокол № 11 от 27.06.2018г.)

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 7 от 13.07.2018 г.).



2

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Теория функций комплексной переменной», относящейся к государственному компоненту учебных дисциплин модуль «Высшая математика 2», разработана в соответствии с учебными планами и требованиями образовательных стандартов первой ступени высшего образования по специальности 1-31 04 08 Компьютерная физика.

Фундаментальные понятия теории функций комплексной переменной находят весьма широкое применение в большинстве разделов современной математики и физики. Дисциплина «Теория функций комплексной переменной» направлена на развитие методов исследования функций в комплексной плоскости и представляет много полезных математических моделей, как для физиков-исследователей, так и для физиков-инженеров. Изучение данного курса, овладение средствами моделирования реальных явлений и процессов является необходимым элементом математического образования будущих специалистов-физиков.

Цель дисциплины – ознакомление студентов с основными понятиями анализа функций комплексного переменного, и различными применениями их при решении физических задач.

Задача дисциплины – формирование у студентов целостной системы знаний об анализе функций комплексной переменной и выработка навыков его использования для исследования физических процессов.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

Знать: основы теории функций комплексной переменной; конформные отображения элементарными функциями; приложения теории вычетов; несобственные интегралы, зависящие и не зависящие от параметра.

Уметь: вычислять интегралы по комплексной переменной; использовать теорию конформных отображений; применять теорию несобственных интегралов.

Владеть: навыками применения теории функций комплексной переменной и теории несобственных интегралов.

Материал дисциплины основан на знаниях и представлениях, заложенных в дисциплинах «Математический анализ», «Основы векторного и тензорного анализа». Методы и аппарат анализа функций комплексной переменной широко используются в курсах теоретической физики и специальных дисциплин. Знания и навыки, приобретенные в ходе изучения курса «Теория функций комплексной переменной», будут необходимы при последующем изучении таких дисциплин, как «Методы математической физики», «Электричество и магнетизм», «Основы радиоэлектроники», «Электродинамика», «Квантовая механика» и др.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих групп компетенций:

Академические компетенции:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.
- Социально-личностные компетенции:
- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.
- Профессиональные компетенции:
- ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.
- ПК-2. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.
- ПК-4. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.
- ПК-8. Осуществлять на основе методов математического моделирования оценку эксплуатационных параметров оборудования и технологических процессов, эффективности разрабатываемых технологий.
- Базовые профессиональные компетенции:*
- БПК-5. Демонстрировать способность к использованию методов комплексного анализа в решении физических задач; владеть навыками решения обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных.

Общее количество часов, отводимых на данную программу – 200 часов, из них количество аудиторных часов – 108.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций и практических занятий. На проведение лекционных занятий отводится 50 часов, на практические занятия – 52 часа, управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

Занятия проводятся на первом курсе во втором семестре.

Форма получения высшего образования – очная, дневная.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Функции комплексной переменной.

Комплексные числа, функции комплексной переменной. Топология комплексной плоскости. Предел, непрерывность и дифференцируемость функций комплексной переменной. Аналитические функции. Сопряженные гармонические функции. Геометрический смысл производной.

Тема 2. Конформные отображения.

Конформные отображения, основные свойства. Теорема Римана, принцип соответствия границ. Конформные отображения элементарными функциями. Ветви многозначных функций. Точки ветвления. Понятие о римановой поверхности.

Тема 3. Интеграл от функции комплексной переменной.

Интеграл по комплексной переменной. Теорема Коши. Интегральная формула Коши и ее приложения. Интеграл типа Коши. Существование производных всех порядков для функции, аналитической в области. Теорема Морера. Принцип максимума модуля. Теорема Лиувилля. Основная теорема алгебры.

Тема 4. Числовые и функциональные комплексные ряды. Особые точки аналитической функции.

Числовые комплексные ряды. Ряды аналитических функций. Степенные ряды. Теорема Абеля. Ряд Тейлора. Ряд Лорана. Изолированные особые точки аналитических функций и их классификация.

Тема 5. Теория вычетов.

Вычеты и их нахождение. Теоремы о вычетах. Приложение теории вычетов к вычислению определенных интегралов.

Тема 6. Аналитическое продолжение и асимптотические методы.

Теорема единственности. Понятие аналитического продолжения. Элементарные функции комплексной переменной как аналитическое продолжение функций действительной переменной. Понятие об асимптотических оценках и методе перевала.

Тема 7. Несобственные интегралы и интегралы, зависящие от параметра.

Понятие и свойства несобственного интеграла первого и второго рода, признаки сходимости. Абсолютная и условная сходимость, теоремы Дирихле и Абеля. Интегралы, зависящие от параметра, основные свойства. Несобственные интегралы, зависящие от параметра, равномерная сходимость. Теоремы о непрерывности, дифференцируемости и интегрируемости несобственного интеграла. Интегралы Эйлера.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		лекции	занятия практические	Аудиторный контроль УСР		
	Теория функций комплексной переменной	50	52	6		
1	Функции комплексной переменной	8	10			
1.1	Формы записи комплексных чисел. Действия над комплексными числами	2	2			
1.2	Линии и области на комплексной плоскости. Сфера Римана	2	2			Устный опрос
1.3	Предел и непрерывность функций комплексной переменной. Основные элементарные функции комплексной переменной.	2	2			
1.4	Дифференцируемость по комплексной переменной. Условия Коши-Римана. Аналитические функции. Связь аналитических и гармонических функций.	2	4			Устный опрос. Контроль домашних заданий
2	Конформные отображения	8	8	2		
2.1	Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Основные принципы конформных отображений.	2	2			
2.2	Круговое свойство дробно-линейной функции. Принцип сохранения симметрии	2	2			Устный опрос.
2.3	Степенная функция с произвольным показателем степени. Показательная и логарифмическая функции. Функция Жуковского. Точки ветвления. Однозначные ветви многозначных аналитических функций.	4	4			Контроль домашних заданий

2.4	Текущий контроль знаний по разделам 1.-2.			2		Контрольная работа №1
3	Интеграл от функции комплексной переменной	8	8			
3.1	Основные свойства интеграла. Интегральная теорема Коши. Первообразная. Формула Ньютона-Лейбница.	2	4			Устный опрос. Контроль домашних заданий
3.2	Интегральная формула Коши. Формула среднего значения.	2	2			
3.3	Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Теорема Морера. Принцип максимума модуля аналитической функции. Теорема Лиувилля. Основная теорема алгебры	4	2			Устный опрос
4	Числовые и функциональные комплексные ряды. Особые точки аналитической функции	8	8			
4.1	Условия равномерной сходимости рядов функций комплексной переменной. Теорема Вейерштрасса.	2	2			
4.2	Аналитичность суммы степенного ряда. Ряд Тейлора. Теоремы о нулях аналитической функции	2	2			
4.3	Область сходимости ряда Лорана. Разложение аналитической функции в ряд Лорана. Неравенство Коши. Классификация изолированных особых точек. Ряд Лорана в окрестности изолированной особой точки.	4	4			Устный опрос. Контроль домашних заданий
5	Теория вычетов	6	6	2		
5.1	Определение и формулы для вычисления вычета в полюсе. Вычет функции в бесконечно удаленной точке. Основная теорема теории вычетов.	2	2			
5.2	Вычисление с помощью вычетов интегралов вида: $\int_0^{2\pi} R(\sin \varphi, \cos \varphi) d\varphi$. Интегралы вида $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx$ и интегралы вида $\int_{-\infty}^{\infty} e^{i\alpha x} f(x) dx$. Лемма Жордана.	4	4			Устный опрос. Контроль домашних заданий
5.3	Текущий контроль знаний по разделам 3.-5.			2		Контрольная работа №2
6	Аналитическое продолжение и асимптотические методы	4	4			
6.1	Теория аналитического продолжения. Аналитическое продолжение элементарных функций	2	2			
6.2	Простейшие асимптотические оценки. Основные идеи метода перевала	2	2			Устный опрос

7	Несобственные интегралы и интегралы, зависящие от параметра	8	8	2		
7.1	Несобственный интеграл первого рода. Несобственный интеграл второго рода. Понятие абсолютной и условной сходимости. Теоремы сравнения. Интеграл Эйлера-Пуассона.	2	2			Контроль домашних заданий
7.2	Собственные интегралы, зависящие от параметра. Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Понятие о несобственном кратном интеграле.	4	4			Устный опрос. Контроль домашних заданий
7.3	Гамма-функция Эйлера. Бета-функция Эйлера	2	2			Устный опрос
7.4	Текущий контроль знаний по разделам 6.-7.			2		Коллоквиум
	Итого	50	52	6		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная

1. Свешников, А.Т. Теория функций комплексной переменной / А.Т. Свешников, А.Н. Тихонов. — М.: Физматлит, 2010. — 334 с.
2. Сидоров, Ю.В. Лекции по теории функций комплексного переменного / Ю.В. Сидоров, М.В. Федорюк, М.И. Шабунин — М.: Наука, 1989. — 477 с.
3. Краснов, М.Л. Функции комплексного переменного. Задачи и примеры с подробными решениями / М.Л. Краснов, А.И. Киселев, Г.И. Макаренко — М.: УРСС, 2003 — 208 с.
4. Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, Т.2 / Г.М. Фихтенгольц — СПб.: Лань, 2018 — 800 с.

Дополнительная

5. Будак, Б.М. Кратные интегралы и ряды / Б.М. Будак, С.В. Фомин. — М.: Наука, 1965. — 607 с.
6. Привалов, И.В. Введение в теорию функций комплексного переменного / И.И. Привалов — М.: Наука, 1999. — 432 с.
7. Смирнов, В.И. Курс высшей математики, Т.2 / В.И. Смирнов. — М.: Наука, 1981.— 682 с.
8. Зорич В.А. Математический анализ, Ч. II / В.А.Зорич. — М.: Наука, 1984.— 640 с.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- тестовые задания по отдельным разделам (темам) дисциплины;
- коллоквиум –1;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса – 3.

Текущая аттестация по дисциплине осуществляется на экзамене. Оценка на экзамене выставляется по десятибалльной шкале.

Примерный перечень тем управляемой самостоятельной работы студентов:

Примерный перечень тем контрольных работ

1. Дифференцирование функций комплексной переменной, аналитичность.
2. Интегрирование функций комплексной переменной. Разложение в ряд Тейлора и Лорана.
3. Несобственные интегралы.

Примерный перечень тем коллоквиумов

1. Конформные отображения элементарными функциями.
2. Асимптотические разложения.

Примерный перечень тем практических занятий

1. Операции с комплексными числами.
2. Линии и области на комплексной плоскости
3. Основные элементарные функции комплексной переменной
4. Условия Коши-Римана
5. Дробно-линейная функция
6. Конформные отображения элементарными функциями.
7. Вычисление интегралов по замкнутому контуру.
8. Разложение функций в ряд Тейлора и Лорана.
9. Приложение теории вычетов к вычислению определенных интегралов.
10. Несобственный интеграл первого рода.
11. Несобственный интеграл второго рода.
12. Несобственные интегралы, зависящие от параметра.
13. Равномерная сходимость несобственных интегралов, зависящих от параметра.
14. Гамма- и бета-функции Эйлера.

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015г. № 382-ОД);
3. Критериев оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2003 г.)

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать контрольные работы по разделам дисциплины, устные опросы. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно. Предлагается аналогичное домашнее задание, обязательное выполнение которого является необходимым условием для получения зачета и допуска к экзамену.

Контрольные работы проводятся в письменной форме. На выполнение контрольной работы отводится 90 мин. Оценка каждой из контрольных работ проводится по десятибалльной шкале.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее арифметическое оценок за каждое из письменных контрольных работ и коллоквиумов.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме экзамена, к экзамену допускаются студенты, чья оценка текущей успеваемости не менее 4 баллов.

Экзаменационная оценка и оценка текущей успеваемости служат для определения рейтинговой оценки по дисциплине, которая рассчитывается как средневзвешенная оценка текущей успеваемости и экзаменационной оценки. Рекомендуемые весовые коэффициенты для оценки текущей успеваемости — 0,4; для экзаменационной оценки — 0,6

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

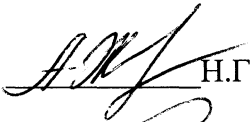
Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Математический анализ	Высшей математики и математической физики	нет	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № 11 от 27.06.2018
Основы векторного и тензорного анализа	Высшей математики и математической физики	нет	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № 11 от 27.06.2018

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на 2019 / 2020 учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание
	В учебную программу по учебной дисциплине «Теория функций комплексной переменной» для специальности 1-31 04 08 Компьютерная физика изменения и дополнения не вносятся.	

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
высшей математики и математической физики
(протокол № 11 от 27 июня 2019 г.)

Заведующая кафедрой высшей математики и
математической физики

 Н.Г. Абрашина-Жадаева

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета БГУ

 М.С. Тиванов