

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»  
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет  
Кафедра высшей математики ФФ**



УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФФ  
А. Е. Бондарь  
2020 г.

академик РАН

**Рабочая программа дисциплины**

**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ  
ТЕОРИИ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО**

направление подготовки: **03.03.02 Физика, Курс 2, семестр 4**  
направленности (профили): **все профили**

Форма обучения  
**Очная**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	36	20	8		6			2		
<b>Итого</b>	<b>36</b>	<b>20</b>	<b>8</b>		<b>6</b>			<b>2</b>		
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 30 часов - в интерактивных формах 8 часов										
Компетенции ОПК-2										

Разработчик:  
д.ф.-м.н., проф.

А. С. Романов

Зав. кафедрой ВМ ФФ НГУ  
PhD

А. П. Ульянов

Ответственный за образовательную программу,  
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2020

<b>Содержание</b>	
<b>Аннотация</b> .....	3
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы. ....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы. ....	4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу. ....	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий. ....	6
5. Перечень учебной литературы. ....	8
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. ....	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. ....	9
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	9
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине. ....	10

## Аннотация

к рабочей программе дисциплины  
«Дополнительные главы теории функций комплексного переменного»  
Направление: 03.03.02 Физика  
Направленность (профиль): все профили

Программа курса «Дополнительные главы теории функций комплексного переменного» составлена в соответствии с требованиями СУОС по направлению подготовки 03.03.02 Физика, а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ. Дисциплина реализуется на физическом факультете Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (НГУ) кафедрой высшей математики физического факультета. Дисциплина изучается факультативно студентами второго курса физического факультета.

Цели курса – познакомить обучающихся с более широким, чем в обязательном курсе “Теория функций комплексного переменного”, кругом математических и физических задач, при решении которых существенным образом используются методы теории функций комплексного переменного.

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональных компетенций:

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:** понятия конформного преобразования, вычета, главного значения расходящегося несобственного интеграла, асимптотику преобразования Лапласа, общие свойства эллиптических функций и то, как эти понятия и свойства применяются в механике и физике.
- **Уметь:** находить определенные интегралы с помощью вычетов и с помощью бета- и гамма-функций.

Курс рассчитан на один семестр. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента и её контроль преподавателями, зачёт.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: контрольные вопросы.

Промежуточная аттестация: зачёт.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 36 академических часов / 1 зачетную единицу.

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Курс «Дополнительные главы теории функций комплексного переменного» имеет своей целью познакомить обучающихся с более широким, чем в обязательном курсе “Теория функций комплексного переменного”, кругом математических и физических задач, при решении которых существенным образом используются методы теории функций комплексного переменного.

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

Практические занятия проводятся в интерактивной форме. Студенты активно участвуют в аудиторной работе: поощряется желание задать вопрос, высказать собственную точку зрения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:**

- понятия конформного преобразования, вычета, главного значения расходящегося несобственного интеграла, асимптотику преобразования Лапласа, общие свойства эллиптических функций и то, как эти понятия и свойства применяются в механике и физике (ОПК 2.1).

- **Уметь:**

- находить определенные интегралы с помощью вычетов и с помощью бета- и гамма-функций (ОПК 2.2).

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.**

Факультативный курс «Дополнительные главы теории функций комплексного переменного» предназначен для тех студентов, кто стремится узнать о более широком, чем в обязательном курсе “Теория функций комплексного переменного”, круге математических и физических задач, при решении которых существенным образом используются методы теории функций комплексного переменного, а также стремится узнать, как теория функций комплексного переменного применяется в физике.

**3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	36	20	8		6			2		
<b>Итого</b>	<b>36</b>	<b>20</b>	<b>8</b>		<b>6</b>			<b>2</b>		
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 30 часов - в интерактивных формах 8 часов										
Компетенции ОПК-2										

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента и её контроль преподавателями, зачёт.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: контрольные вопросы;
- промежуточная аттестация: зачёт.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 1 зачетную единицу.

- занятия лекционного типа – 20 часов;
- практические занятия – 8 часов;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 6 часов;
- промежуточная аттестация (зачёт) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, практические занятия, зачёт) составляет 30 часов.

Работа с обучающимися в интерактивных формах составляет 8 часов (практические занятия).

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 1 зачётную единицу, 36 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)					Консультации перед экзаменом (часов)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Конформные отображения	2-7	12	10	2				
2	Некоторые вопросы теории вычетов	8-10	6	4	2				
3	Метод перевала	11-12	4	2	2				
4	Специальные функции	13-15	6	4	2				
5.	Самостоятельная подготовка обучающегося к зачёту	16	6			6			
6.	Зачёт	17	2						2
<b>Всего</b>			<b>36</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>6</b>			<b>2</b>

**Программа и основное содержание лекций (20 часов)**

**I. Конформные отображения (10 часов)**

- 1.1. Общие свойства конформных отображений. Теорема Римана.
- 1.2. Плоскопараллельные векторные поля. Примеры плоских полей: источник, вихрь, вихреисточник, диполь, простой слой, двойной слой. Комплексный потенциал векторного поля. Выражение потока и циркуляции векторного поля через комплексный потенциал.
- 1.3. Вычисление подъемной силы: формула Чаплыгина, формула Жуковского.
- 1.4. Гидродинамические интерпретации. Обтекание препятствия плоским потоком с заданной скоростью на бесконечности: (а) поток во внешности замкнутой кривой; (б) поток в криволинейной полосе; (в) поток в криволинейной полуплоскости.
- 1.5. Дробно - линейные отображения.
- 1.6. Отображения, осуществляемые элементарными функциями и их композициями.
- 1.7. Примеры: (а) течение в полуплоскости с препятствием в виде отрезка ортогонального дну; (б) обтекание кругового цилиндра.
- 1.8. Отображения круговых луночек, профили Жуковского.
- 1.9. Пример: обтекание профилей Жуковского, вычисление подъемной силы крыла.

- 1.10. Решение задачи Дирихле в полуплоскости с кусочно-постоянными граничными значениями.
- 1.11. Пример: распределение температур в канале.
- 1.12. Интеграл Кристоффеля -- Шварца. Отображения многоугольников.

## **II. Некоторые вопросы теории вычетов (4 часа)**

- 2.1. Логарифмический вычет, его обобщения и приложения. Нахождение приближенных значений корней трансцендентных уравнений.
- 2.2. Вычисление главного значения расходящихся несобственных интегралов.
- 2.3. Интегралы, связанные с формулой обращения преобразования Лапласа. Теоремы разложения. Обобщенная теорема умножения.
- 2.4. Обращение степенных рядов. Формулы Бурмана -- Лагранжа. Разложение в ряд решений трансцендентных уравнений.
- 2.5. Разложение мероморфной функции на элементарные дроби.
- 2.6. Разложение целой функции в бесконечное произведение.

## **III. Метод перевала (2 часа)**

- 3.1. Топологическая часть метода перевала – основные принципы нахождения перевального контура.
- 3.2. Аналитическая часть метода перевала – вычисление асимптотики интеграла по перевальному контуру.
- 3.3. Асимптотика функции Эйри.
- 3.4. Асимптотика коэффициентов рядов Тейлора и Лорана аналитических функций.
- 3.5. Асимптотика преобразования Лапласа.

## **IV. Специальные функции (4 часа)**

- 4.1. Гамма-функция: определения и обозначения, основные свойства, рельеф гамма-функции.
- 4.2. Логарифмическая производная гамма-функции: представления в виде рядов и интегралов, асимптотика; функциональные уравнения (рекуррентные формулы, формулы дополнения, формула умножения).
- 4.3. Неполная гамма-функция. Бета-функция. Связь между бета- и гамма-функциями. Вычисление интегралов.
- 4.4. Эллиптические интегралы, преобразования Ландена. Примеры вычисления эллиптических интегралов.
- 4.5. Общие свойства эллиптических функций: определение эллиптической функции, параллелограмма периодов, основные теоремы, эллиптические функции второго порядка.
- 4.6. Функции Якоби, функции Вейерштрасса. Случаи вырождения эллиптических функций.
- 4.7. Примеры применения эллиптических функций при решении задач математической физики: задача о продольном изгибе; задача о сферическом маятнике, исследование вида траектории.

## **Программа практических занятий (8 часов)**

- 1 занятие.* Конформные отображения (2 часа).
- 2 занятие.* Некоторые вопросы теории вычетов (2 часа).
- 3 занятие.* Метод перевала (2 часа).
- 4 занятие.* Специальные функции (2 часа).

## Самостоятельная работа студентов (6 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к зачёту	6

### 5. Перечень учебной литературы.

#### 5.1. Основная литература

1. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. М.: Наука, 1973.

#### 5.2. Дополнительная литература

2. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного. М.: Наука, 1984.

### 6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

3. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. М.: Наука, 1973.
4. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного. М.: Наука, 1984.

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

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

#### 7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

#### 7.2. Информационные справочные системы

Не используются.



## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

## 10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

### 10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

#### *Промежуточная аттестация*

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции по двухбалльной шкале. Положительная оценка “зачёт” выставляется в том случае, если заявленная компетенция ОПК-2 сформирована в части формирования способности использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, рассмотренных в рамках данной дисциплины. Решение о сформированности компетенции принимается преподавателем в ходе зачёта по результатам ответов на контрольные вопросы.

#### **Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Дополнительные главы теории функций комплексного переменного».**

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутый уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ОПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ОПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.

## Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### Список вопросов к зачёту

1. Общие свойства конформных отображений. Теорема Римана.
2. Плоскопараллельные векторные поля.
3. Вычисление подъемной силы: формула Чаплыгина, формула Жуковского.
4. Дробно - линейные отображения.
5. Интеграл Кристоффеля – Шварца. Отображения многоугольников.
6. Логарифмический вычет, его обобщения и приложения.
7. Вычисление главного значения расходящегося несобственного интеграла.
8. Интегралы, связанные с формулой обращения преобразования Лапласа.
9. Топологическая часть метода перевала – основные принципы нахождения перевального контура.
10. Аналитическая часть метода перевала – вычисление асимптотики интеграла по перевальному контуру.
11. Асимптотика функции Эйри.
12. Асимптотика преобразования Лапласа.
13. Неполная гамма-функция. Бета-функция. Связь между бета- и гамма-функциями. Вычисление интегралов.
14. Эллиптические интегралы, преобразования Ландена. Примеры вычисления эллиптических интегралов.
15. Задача о сферическом маятнике как пример применения эллиптических функций при решении задач математической физики.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы  
по дисциплине «Дополнительные главы теории  
функций комплексного переменного»  
по направлению подготовки 03.03.02 Физика  
Профиль: все профили**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного