

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол от  
«31» мая 2023 г. №6

**Рабочая программа дисциплины**

Дополнительные главы математической физики

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.03.02 Физика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

профиль "Теоретическая физика"

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Год начала обучения

2022

(для обучающихся какого года начала обучения разработана Рабочая программа)

Нижегород

## 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Дополнительные главы математической физики» относится к вариативной части Б1.В блока Б1 «Дисциплины (модули)», является элективной дисциплиной, преподается на третьем году обучения, в шестом семестре. Освоению дисциплины предшествует освоение дисциплин (модулей) «Математический анализ», «Методы математической физики».

Целями освоения дисциплины «Дополнительные главы математической физики» являются:

- овладение методами исследования математических моделей задач физики и математики, допускающих формулировку в рамках изучаемых данной дисциплиной разделов математики;
- освоение студентами методов применения асимптотических методов анализа, преобразования Лапласа, а также решения некоторых классов интегральных уравнений, встречающихся в исследовательской работе;
- выработка у студентов практических навыков стандартизации профессионально обусловленных задач различной природы с целью их аналитического исследования методами, составляющими предмет данной дисциплины.

## 2. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины «Дополнительные главы математической физики» составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых 50 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (2 часа – мероприятия промежуточной аттестации; 16 часов занятия лекционного типа, 32 часа занятия семинарского типа (практические занятия), в том числе 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости), 130 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (94 часа самостоятельная работа в течение семестра, 36 часов самостоятельная работа при подготовке к промежуточной аттестации).

Содержание дисциплины «Дополнительные главы математической физики»

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В ТОМ ЧИСЛЕ				Самостоятельная работа в течение семестра, часы
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) в течение семестра, часы, из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
<b>1. Асимптотические методы.</b> Примеры задач, допускающие применение асимптотических методов. Асимптотические ряды. Формула суммирования Пуассона. Оценка сумм через интегралы. Метод Лапласа оценки интегралов в одномерном случае. Метод стационарной фазы. Метод перевала для интегралов типа интеграла Лапласа.	45	5	10	–	15	30
<b>2. Преобразование Лапласа.</b> Определение преобразования Лапласа. Основные свойства и теоремы. Изображения элементарных функций. Формула Меллина для обращения преобразования Лапласа. Применение преобразования Лапласа для решения некоторых классов дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных.	45	5	10	–	15	30
<b>3. Интегральные уравнения.</b> Основные типы линейных интегральных уравнений. Решение методом дискретизации на сетке с переходом к алгебраической задаче. Уравнения с вырожденным ядром. Теория Фредгольма и методы решения фредгольмовских уравнений. Применение преобразования Лапласа для решения некоторых классов интегральных уравнений, в том числе уравнений Фредгольма и Вольтерра.	52	6	12	–	18	34
<b>В т.ч. текущий контроль</b>	2				2	–
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>						

**3. Образовательные технологии**

- 1) Чтение лекций;
- 2) сопровождение лекций написанием и выводом формул, построением графиков, изображением рисунков на доске;
- 3) методика «вопросы и ответы»;
- 4) выполнение практического задания у доски;
- 5) индивидуальная работа над практическим заданием;
- 6) работа в парах над практическим заданием;
- 7) работа в малых группах над практическим заданием;
- 8) методика «мозговой штурм».

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся предполагает изучение конспектов лекций, выделенных разделов основной литературы, а также дополнительной литературы, выполнение практических заданий, отвечающих изучаемым разделам дисциплины, подготовку к промежуточной аттестации.

Перечень основной и дополнительной литературы для самостоятельного изучения приведен в п. 7 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации, примеры практических заданий приведены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

#### **5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>
ПК-1: Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Демонстрация способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

#### **6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**

##### **6.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

Промежуточной аттестацией для дисциплины «Дополнительные главы математической физики» является **экзамен**.

По итогам экзамена выставляется оценка по семибалльной шкале: оценки «Плохо» и «Неудовлетворительно» означают отсутствие аттестации, оценки «Удовлетворительно», «Хорошо», «Очень хорошо», «Отлично» и «Превосходно» выставляются при успешном прохождении аттестации.

## 6.2. Процедуры и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- индивидуальное собеседование (промежуточная аттестация).

Контрольные вопросы для индивидуального собеседования представлены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков используются следующие процедуры и технологии:

- выполнение практических заданий (текущий контроль, промежуточная аттестация).

Примеры практических заданий для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Критериями оценивания являются полнота знаний, наличие умений и владений (навыков), перечисленных в п. 5 настоящей Рабочей программы дисциплины.

**«Плохо»** – обучающийся не продемонстрировал никаких знаний об основных теоретических разделах курса, не показал никаких умений и навыков выполнения практических заданий;

**«Неудовлетворительно»** – обучающийся не продемонстрировал представления об основных теоретических разделах курса, не показал минимально допустимый уровень умений и навыков выполнения практических заданий;

**«Удовлетворительно»** – обучающийся продемонстрировал изложение формулировок основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий базового уровня сложности;

**«Хорошо»** – обучающийся продемонстрировал связное изложение основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения стандартных практических заданий;

**«Очень хорошо»** – обучающийся продемонстрировал связное изложение практически всех теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения стандартных практических заданий;

**«Отлично»** – обучающийся продемонстрировал связное изложение всех теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий повышенного уровня сложности;

**«Превосходно»** – обучающийся продемонстрировал уровень знаний в объеме, превышающем стандартную программу подготовки, и продемонстрировал творческий подход к выполнению практических заданий повышенного уровня сложности.

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

6.3.1. При проведении промежуточной аттестации обучающимся предлагаются следующие контрольные вопросы, охватывающие программу дисциплины «Дополнительные главы математической физики»:

Часть 1. Асимптотические методы.

1. Асимптотические ряды.
2. Формула суммирования Пуассона. Оценка сумм через интегралы.
3. Метод Лапласа оценки интегралов в одномерном случае.
4. Метод стационарной фазы.
5. Метод перевала для интегралов типа интеграла Лапласа.

Часть 2. Преобразование Лапласа.

1. Преобразование Лапласа. Основные свойства и теоремы. Изображения элементарных функций.
2. Формула Меллина для обращения преобразования Лапласа.
3. Применение преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных.

Часть 3. Интегральные уравнения.

1. Основные типы линейных интегральных уравнений. Решение методом дискретизации на сетке с переходом к алгебраической задаче.
2. Уравнения с вырожденным ядром. Теория Фредгольма.
3. Применение преобразования Лапласа для решения интегральных уравнений.

6.3.2. Примеры практических заданий для практических занятий, самостоятельной работы обучающихся, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации:

**1. Асимптотические методы.**

- 1.1. Пользуясь интегрированием по частям, получить асимптотическое разложение интегрального косинуса

$$Ci(z) = \int_{\infty}^z \frac{\cos x}{x} dx \sim \frac{\sin z}{z} - \frac{\cos z}{z^2}, \text{ при } z \rightarrow \infty.$$

- 1.2. Пользуясь интегрированием по частям, показать справедливость асимптотического выражения  $\int_z^{\infty} e^{-t} t^{n-1} dt \sim z^{n-1} e^{-z}$ ,  $n > 1$  - целое, при  $z \rightarrow \infty$ .

## 2. Преобразование Лапласа.

- 2.1. Используя интеграл Лапласа, найти изображение функции  $\exp(-x^2)$ .

- 2.2. Решить с помощью преобразования Лапласа дифференциальное уравнение  $\frac{dy(x)}{dx} + a \cdot y(x) = b$ ,  $y(0) = 0$ , где  $a$  и  $b$  - постоянные.

- 2.3. С помощью преобразования Лапласа решить уравнение в частных производных  $\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} = x + y$  с начальными условиями  $u_{x=0} = u_{y=0} = 1$ .

## 3. Интегральные уравнения.

- 3.1. Решить интегральное уравнение с вырожденным ядром:

$$\varphi(x) - \lambda \int_0^{\pi/2} \sin(x) \cdot \cos(t) \cdot \varphi(t) dt = \sin(x).$$

- 3.2. Решить интегральное уравнение, приведя его к виду уравнения с вырожденным ядром:

$$\varphi(x) - \lambda \int_0^{\pi} \sin(x-t) \cdot \varphi(t) dt = \cos(x).$$

- 3.3. Решить интегральное уравнение второго рода типа уравнения Вольтерра с помощью преобразования Лапласа:

$$u(x) = \cos(3x) + \int_0^x e^{-(x-t)} u(t) dt.$$

## 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 №55-ОД.

2. Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. М.В. Федорюк, Метод перевала. – М.: Наука. – 1977. – 368 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 4 экз.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=331483>.
2. М.А. Лаврентьев, Б.В. Шабат, Методы теории функций комплексного переменного. – М.: Наука. – 1987. – 688 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 7 экз.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=342143>.
3. Ю.В. Сидоров, М.В. Федорюк, М.И. Шабунин, Лекции по теории функций комплексного переменного. – М.: Наука. – 1976. – 407 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 7 экз.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=91345>.
4. М.Л. Краснов, Интегральные уравнения. Введение в теорию. – М.: Наука. – 1975. – 301 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 7 экз.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=45632>.
5. Ф.А. Шелковников, К.Г. Такайшвили, Сборник упражнений по операционному исчислению, М., Высшая школа, 1976, 184 с. Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 6 экз.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=95060>.

### б) дополнительная литература:

1. Н.Г. Брейн, Асимптотические методы в анализе. – М.: ИЛ. – 1961. – 247 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 3 экз.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=91107>.
2. Дж. Мэтьюз, Р. Уокер, Математические методы физики. – М.: Наука. – 1972. – 398 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 8 экз.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=66339>.
3. Б.В. Шабат, Введение в комплексный анализ, ч.1. – М.: Наука. – 1976. – 320 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 6 экз.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=91350>.
4. М.Л. Краснов, А.И. Киселев, Г.И. Макаренко, Интегральные уравнения (задачи и упражнения). – М.: Наука. – 1968. – 192 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 5 экз.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=62800>.

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы Фундаментальной библиотеки ННГУ  
<http://www.lib.unn.ru/>.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины обусловлено наличием учебных аудиторий для проведения занятий, оборудованных специализированной мебелью, меловыми или магнитно-маркерными досками для представления учебной информации большой аудитории. Ресурс мела и маркеров для доски в учебных аудиториях регулярно возобновляется.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (на базе Фундаментальной библиотеки ННГУ) оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями самостоятельно установленного ННГУ образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Автор:

доцент кафедры теоретической физики  
физического факультета,  
к. ф.-м. н., доцент \_\_\_\_\_ / Хомицкий Д.В. /

Рецензент:

Зав. кафедрой теоретической физики  
физического факультета,  
д. ф.-м. н., доцент \_\_\_\_\_ / Бурдов В.А. /

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии  
физического факультета ННГУ от «    » \_\_\_\_\_ 2021 года,  
протокол № б/н.

Председатель  
Учебно-методической комиссии  
физического факультета ННГУ \_\_\_\_\_ / Перов А.А. /