

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
« ____ » _____ 202_ г. № ____

Рабочая программа дисциплины

Методы вычислений в нанофизике

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.04.02 Физика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

магистерская программа "Квантовые и нейроморфные технологии"

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

магистр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Год начала обучения

2023

(для обучающихся какого года начала обучения разработана Рабочая программа)

Нижний Новгород

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы вычислений в нанофизике» относится к вариативной части Б1.В блока Б1 «Дисциплины (модули)», является элективной дисциплиной, преподается на втором году обучения, в третьем семестре.

Целями освоения дисциплины «Методы вычислений в нанофизике» являются:

- освоение обучающимися математических методов численного решения различных физических задач на ЭВМ, поставленных в рамках исследований в физике наноструктур;
- обучение навыкам и приемам численного решения уравнений математической физики в частных производных;
- выработка студентами компетенций, навыков постановки задач, построения разностных схем численного моделирования физических процессов на ЭВМ.

2. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины «Методы вычислений в нанофизике» составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (1 час – мероприятия промежуточной аттестации; 16 часов занятия лекционного типа, 16 часов занятия семинарского типа (практические занятия), в том числе 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости), 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (39 часов самостоятельная работа в течение семестра).

Содержание дисциплины «Методы вычислений в нанофизике»

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	
1. Задача Харпера-Ховштадтера. Диагонализация гамильтоновской матрицы методами Якоби, Хаусхолдера, Комото. Ошибки численных расчетов, точность вычисления собственного вектора.	24	4	4	4	12	12
2. Численный расчет квантовых состояний. Методы численного расчета квантовых состояний носителей заряда в двумерных полупроводниковых сверхрешетках в присутствии внешних постоянных электрического и магнитного полей. Представление обобщенных функций Блоха-Пайерлса. Учет спин-орбитального взаимодействия в газе носителей. Метод Хаусхолдера унитарных преобразований гамильтоновской матрицы в ортонормированном базисе.	24	4	4	4	12	12
3. Численный расчет магнитотранспортных свойств. Методы расчета транспортных свойств газа носителей в сверхрешетках во внешних полях: компиляция задачи на собственные значения и собственные векторы с задачей численного решения однородного квазиклассического кинетического уравнения Больцмана. Расчеты вольт-амперных характеристик.	24	4	4	4	12	12
4. Численный расчет магнитооптических эффектов. Методы численного расчета магнитооптических эффектов в сверхрешетках во внешнем магнитном поле. Вычисление тензоров	25	4	4	4	12	13

проводимости и диэлектрической проницаемости при наличии временной дисперсии. Углы Керра и Фарадея.						
В т.ч. текущий контроль	2	2				—
Промежуточная аттестация – зачет						

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) индивидуальная работа над практическим заданием;
- 5) работа в парах над практическим заданием.

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.

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)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-1</p> <p>Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта</p>	<p>(ПК-1) Знать современные методы и методические подходы в нанофизике.</p> <p>(ПК-1) Уметь совершенствовать и внедрять новые методы и методики в нанофизике.</p> <p>(ПК-1) Владеть навыками разработок современных методов и методических подходов в нанофизике.</p>

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточной аттестацией для дисциплины «Методы вычислений в нанофизике» является **зачет**.

По итогам зачета выставляется оценка «Зачтено» или «Не зачтено». Оценка «Не зачтено» означает отсутствие аттестации, оценка «Зачтено» выставляется 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.

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

«Зачтено» – обучающийся продемонстрировал изложение формулировок основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий базового 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 «Методы вычислений в нанофизике»:

1. Методы численного решения задач на собственные векторы и собственные значения.
2. Задача Харпера-Ховштадтера.
3. Метод Хаусхолдера.
4. Методы численного решения кинетического уравнения Больцмана.
5. Численное интегрирование с дельта-функцией Дирака.

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

1. Численный расчет спектра прямоугольной квантовой точки в двумерном электронном газе с неквадратичным законом дисперсии.
2. Численный расчет спектра двоякопериодической сверхрешетки в двумерном электронном газе со спин-орбитальным взаимодействием Рашба.
3. Численный расчет спектра двоякопериодической сверхрешетки в двумерном электронном газе со спин-орбитальным взаимодействием Дрессельхауза, помещенной в поперечное сильное магнитное поле.
4. Численное решение задачи Харпера-Ховштадтера на решетке графена.
5. Численный расчет тензора проводимости в двоякопериодической сверхрешетке в двумерном электронном газе, помещенной в поперечное сильное магнитное поле.
6. Численное исследование магнитооптического эффекта Керра в двоякопериодической сверхрешетке в двумерном электронном газе, помещенной в поперечное сильное магнитное поле.

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. Поттер Д. – Вычислительные методы в физике. – М.: Мир, 1975. – 392 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 4 экз.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=34310>.
2. Годунов С.К. – Решение систем линейных уравнений. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1980. – 177 с. – Фонд Фундаментальной

библиотеки ННГУ: 4 экз.

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=70820>.

3. Самарский А.А., Гулин А.В. – Численные методы: [учеб. пособие для вузов по специальности "Приклад. математика"]. – М.: Наука, 1989. – 429 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 4 экз.

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=62124>.

4. Самарский А.А. – Введение в численные методы. – М.: Наука, 1982. – 272 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 4 экз.

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=62123>.

б) дополнительная литература:

1. Калиткин Н.Н. – Численные методы. – М.: Наука, 1978. – 512 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 3 экз.

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=461915>.

2. Калиткин Н.Н., Альшин А.Б., Альшина Е.А., Рогов Б.В. – Вычисления на квазиравномерных сетках. – М.: Физматлит, 2005. – 224 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 2 экз.

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=240066>.

3. Самарский А.А., Гулин А.В. – Устойчивость разностных схем. – М.: Наука, 1973. – 415 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 2 экз.

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=64031>.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Пакеты символьной математики Wolfram Mathematica и MathWorks MATLAB;

2. 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.

Для практических занятий, связанных с работами на персональных компьютерах, используются терминал-классы, оборудованные в соответствии с требованиями охраны труда.

ННГУ обеспечен всем необходимым программным обеспечением для проведения практических занятий, связанных с работами на персональных компьютерах.

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 федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Автор(ы):

доцент кафедры теоретической физики
физического факультета,

к. ф.-м. н., доцент _____ / Перов А.А. /

Рецензент(ы):

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 «____» _____ 202_ года, протокол
№ б/н.

Председатель

Учебно-методической комиссии
физического факультета ННГУ

_____ / Перов А.А. /