

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**

**Введение в квантовые и нейроморфные технологии**

(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)

Нижегород

## **1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Введение в квантовые и нейроморфные технологии» относится к вариативной части Б1.В блока Б1 «Дисциплины (модули)», является обязательной для освоения, преподается на втором году обучения, в третьем семестре.

Целями освоения дисциплины «Введение в квантовые и нейроморфные технологии» являются:

- напомнить основы квантовой механики, дать представление о кубитах и их физических реализациях;
- напомнить о твердотельных структурах, методах их получения, экспериментальных методах их исследования, в частности, транспортных;
- дать введение в физику низкоразмерных систем и мезоскопический электронный транспорт;
- дать введение в нейронные сети и нейроморфные системы.

## **2. Структура и содержание дисциплины**

Объем дисциплины «Введение в квантовые и нейроморфные технологии» составляет 2 зачетных 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, в том числе 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости), 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося в течение семестра.

Содержание дисциплины «Введение в квантовые и нейроморфные технологии»

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) в течение семестра, часы, из них				Самостоятельная работа в течение семестра, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Основы квантовой механики.	15	–	4	–	4	11
2. Кубиты.	15	–	4	–	4	11
3. Твердотельные микро- и наноструктуры.	30	–	8	–	10	20
4. Мезоскопические системы и квантовый транспорт.	14	–	6	–	4	10
5. Физические реализации кубитов.	8	–	2	–	2	6
6. Нейронные сети.	12	–	4	–	4	8
7. Нейроморфные системы.	12	–	4	–	4	8
В т.ч. текущий контроль	2	2				–
Промежуточная аттестация – зачет						

### 3. Образовательные технологии

- 1) Интерактивные семинары;
- 2) сопровождение семинаров написанием и выводом формул, построением графиков, изображением рисунков на доске;
- 3) сопровождение семинаров презентациями;
- 4) методика «вопросы и ответы»;
- 5) методика «мозговой штурм».

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

Самостоятельная работа обучающихся предполагает изучение выделенных разделов основной литературы, а также дополнительной литературы, подготовку устного доклада (публичного выступления).

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

Примеры тем для устного доклада 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
ПК-1. Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности	<p>(ПК-1) <b>Знать</b> новые научные принципы и методы исследований в области своей профессиональной деятельности.</p> <p>(ПК-1) <b>Уметь</b> анализировать результаты своего научного исследования и определять сферу его внедрения.</p> <p>(ПК-1) <b>Владеть</b> навыками внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности.</p>
ПК-3. Способен свободно владеть разделами физики и применять результаты научных исследований в профильных областях для решения научно-практических и научно-технологических задач	<p>(ПК-3) <b>Знать</b> избранные разделы физики в области своей профессиональной деятельности.</p> <p>(ПК-3) <b>Уметь</b> применять избранные разделы физики по отношению к области своей профессиональной деятельности.</p> <p>(ПК-3) <b>Владеть</b> навыками использования избранных разделов физики по отношению к области своей профессиональной деятельности.</p>
ПК-4. Способен принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в инженерно-конструкторской, инженерно-технологической, инновационной и проектной деятельности	<p>(ПК-4) <b>Знать</b> методы и методические подходы в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности.</p> <p>(ПК-4) <b>Уметь</b> разрабатывать методы и методические подходы в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности.</p> <p>(ПК-4) <b>Владеть</b> методами и методическими подходами в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности.</p>

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

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

Промежуточной аттестацией для дисциплины «Современные проблемы физики» 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 (текущий контроль, промежуточная аттестация).

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

- устный доклад (публичное выступление) на заданную тему (промежуточная аттестация).

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

- дискуссия по материалам устного доклада (публичного выступления) на заданную тему (промежуточная аттестация).

Контрольные вопросы для индивидуального собеседования и примеры тем для устного доклада 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 (знания) и/или не продемонстрировал умения и/или навыки во время выступления с устным докладом;

**«Зачтено»** – обучающийся продемонстрировал представления об основных теоретических разделах курса (знания) и навыки и умения во время выступления с устным докладом.

## 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 «Введение в квантовые и нейроморфные технологии»:

1. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Стационарные и нестационарные состояния.
2. Методы решения уравнения Шредингера для стационарных состояний.
3. Туннелирование в квантовой механике.
4. Нестационарные процессы в квантовой механике.
5. Квантовый компьютер. Кубиты. Измерения в квантовой механике.
6. Современные методы исследования структуры твердых тел.
7. Технологии роста твердотельных наноструктур.
8. Электронные состояния в наноструктурах.
9. Квантовый транспорт.
10. Туннельные явления в нанофизике.
11. Спиновые явления в нанофизике.
12. Физические реализации кубитов.
13. Нейронные сети: определение и классификация.
14. Мемристивные элементы: физика и технология.
15. Нейроморфные системы.

6.3.2. Примеры задач для практических занятий:

1. Найти волновую функцию частицы в сферической квантовой точке на основе GaAs.
2. Рассчитать ВАХ при прохождении тока через открытую цилиндрическую квантовую точку в баллистическом режиме.
3. Рассчитать туннельный ток через металлическую гранулу в режиме кулоновской блокады туннелирования.
4. Найти вероятность перехода между собственными состояниями кубита под действием импульсного поля.

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. Блохинцев Д.И., «Основы квантовой механики». — М.: Наука, 1983  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=70099&DB=1>
2. Галицкий В.М., Карнаков Б.М. и Коган В.И. «Задачи по квантовой механике». — Москва: Наука, 1992. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=70108&DB=1>

б) дополнительная литература:

1. Демиховский В.Я., Вугальтер Г.А., «Физика квантовых низкоразмерных структур». — М: Логос, 2000 <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=38775&DB=1>
2. Солимар Л. «Туннельный эффект в сверхпроводниках и его применение». — Москва: Мир, 1974. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=76585&DB=1>
3. Фрёман Н. и Фрёман П.О. «ВКБ-приближение». — Москва: Мир, 1967.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=71560&DB=1>
4. Лесовик Г.Б. и Садовский И.А. «Описание квантового электронного транспорта с помощью матриц рассеяния». — Успехи физических наук, т. 181, стр. 1041—1096 (2011). -[https://ufn.ru/ru/articles/2011/10/b/свободный\\_доступ](https://ufn.ru/ru/articles/2011/10/b/свободный_доступ).

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.

Учебные аудитории могут быть при необходимости оснащены демонстрационным оборудованием для сопровождения учебных занятий презентациями.

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.

\_\_\_\_\_ / Конаков 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. /