

**ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ
(СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ**

Составлен в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению 11.04.04 Электроника и наноэлектроника и Положением «Об УМКД РАУ».

УТВЕРЖДАЮ:



Директор А.А. Саркисян

21.07.2023г.

Инженерно-Физический Институт

Кафедра: Квантовая и оптическая электроника

Автор: канд. физ.-мат. наук Газазян Эмиль Альфредович

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Дисциплина: Б1.В.9. «Прикладная квантовая физика»

Направление: 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

**Основная образовательная программа магистратуры:
«Квантовая электроника»**

ЕРЕВАН 2023

1. Аннотация

Несомненно, квантовая физика является одной из самых математизированных частей современного естествознания и, ее глубокое понимание и применение остаются не достигаемыми для большого числа экспериментаторов и инженеров.

В настоящем курсе делается попытка излагать на элементарном уровне теорию некоторых, чисто квантовых эффектов, которые имеют широкие применения в повседневной жизни, в прецизионной технике и в медицине.

Цель преподавания дисциплины:

Научить магистрантов глубокому пониманию некоторых важнейших результатов квантовой теории, а также на конкретных примерах показать пути их применения на практике.

Учебная задача:

Ознакомление магистрантами знаний в областях современной техники, где используется достижения квантовой физики. Понимание принципа работы атомных часов, квантовых компьютерах атомно силовой и туннельно-сканирующего микроскопов, а также резонансного *ядерного* сканера.

Основные методы проведения занятий:

Лекции, семинары, самостоятельная работа Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий. Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов при подготовке и проведении семинарских занятий (электронные библиотеки, доступ к которым осуществляется из сети Университета; набор слайдов - для визуального восприятия информации студентами).

Список литературы: содержит 8 наименований книг, научных статей отечественных и зарубежных авторов, а также учебное пособие автора в формате “*power point*”. Эта литература поможет студентам в освоении данного курса и обеспечит целостность обучения.

Краткое содержание курса:

Раман эффект. Антисктоковая флуоресценция. Принципы лазерного охлаждения твердых тел. Квантовые компьютеры. Взаимодействие Казимира-Полдера. Атомный силовой микроскоп. Квантовое туннелирование. Туннельный сканирующий микроскоп. Ядерно магнитный резонанс. Ядерное резонансное изображение.

2. Требования к исходным уровням знаний и умений студентов

Знать: квантовую механику и квантовую теорию излучения.

Уметь: решать элементарные задачи по квантовой механике.

Владеть: армянским, русским и английским языками.

3. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является научить магистрантов, каким образом пользоваться конечными результатами атомной теории. А также на конкретных примерах показать, каким образом квантовую физику можно заставить служить человечеству в качестве необходимых инструментов в разных областях.

4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

Знать: конкретные практические применения квантовой теории.

Уметь: понимать принципы работы некоторых прецизионных устройств.

5. Трудоемкости дисциплины и видов учебной работы по учебному плану

Виды учебной работы	Всего (ак. час)
<i>Общая трудоемкость изучения дисциплины, в т.ч.:</i>	72(2кр)
1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	34
1.1. Лекционные занятия	-
1.2. Семинарские занятия	-
1.3. Практические занятия	16
1.4. Лабораторные работы	18
2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	38
2.1. Контактная самостоятельная работа	-
2.2. Бесконтактная самостоятельная работа	38
<i>Итоговый контроль</i>	<i>Зачет</i>

6. Распределение весов по формам контроля

Веса и формы контролей	Вес форм текущих контролей в результирующей оценке текущего контроля			Вес форм промежуточных контролей и результирующей оценки текущего контроля в итоговой оценке промежуточного контроля			Вес итоговых оценок промежуточных контролей в результирующей оценке промежуточного контроля	Вес результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
	M1	M2	M3	M1	M2	M3		
Вид учебной работы/ контроля	M1	M2	M3	M1	M2	M3		
Контрольная работа				0	0	0,4		
Тест								
Курсовая работа								
Лабораторные работы								
Письменные домашние задания	0	0	0,5					
Эссе								
Семинар	0	0	0,5					
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках соответствующих промежуточных контролей				0	0	0,6		
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0	
Вес итоговой оценки 3-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							1	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0
Вес оценки экзамена/зачета в результирующей оценке итогового контроля								1
	$\Sigma=0$	$\Sigma=0$	$\Sigma=1$	$\Sigma=0$	$\Sigma=0$	$\Sigma=1$	$\Sigma=1$	$\Sigma=1$

7. Содержание дисциплины

7.1 Тематический план и трудоемкости аудиторных занятий

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекционные занятия (ак. часов)	Семинарские занятия (ак. часов)	Практические занятия (ак. часов)	Лабораторные работы (ак. часов)
МОДУЛЬ 1. КВАНТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ И УСТРОЙСТВА, РАБОТАЮЩИЕ НА ИХ ОСНОВАХ.					
Введение	2	2	-	-	-
<u>Раздел 1. Квантовые компьютеры</u>	14	5	-	9	-
<i>Тема 1-1. Кв. биты, Мат. аппарат</i>	4	2	-	2	-
<i>Тема 1-2. Сфера Блоха.</i>	4	1	-	3	-
<i>Тема 1-3. Квантовые затворы. Однокубитовые элементы</i>	2	1	-	1	-
<i>Тема 1-4. Телепортация.</i>	4	1	-	3	-
<u>Раздел 2. Квантовая микроскопия.</u>	8	5	-	3	-
<i>Тема 2.2. Взаимодействие Казимира-Полдера. Атомный силовой микроскоп.</i>	5	3	-	2	-
<i>Тема 2.3. Квантовое туннелирование. Туннельный сканирующий микроскоп.</i>	3	2	-	1	-
<i>Тема 2.4. Манипулирование атомами.</i>	10	4	-	3	-
<u>Раздел 3. Квантовая диагностика.</u>	12	6	-	6	-
<i>Тема 3.1. Ядерно-магнитный резонанс. Релаксация ядерного спина в среде.</i>	6	3	-	3	-
<i>Тема 3.2. Ядерное резонансное изображение. Наблюдаемые, контраст и выбор сечения.</i>	6	3	-	3	-
Итого	36	18	-	18	-

7.2 Содержание разделов и тем дисциплины

МОДУЛЬ 1.

КВАНТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ И УСТРОЙСТВА, РАБОТАЮЩИЕ НА ИХ ОСНОВАНИЯХ

Введение

Раздел 1. Квантовые компьютер.

Тема 1.1 Кв. биты, Мат. аппарат.

Тема 1.2 Сфера Блоха.

Тема 1.3 Квантовые затворы. Однокубитовые элементы

Тема 1.4 Телепортация.

Раздел 2. Квантовая микроскопия.

Тема 2.2 Взаимодействие Казимира-Полдера. Атомный силовой микроскоп.

Тема 2.3 Квантовое туннелирование. Туннельный сканирующий микроскоп.

Тема 2.4 Манипулирование атомами.

Раздел 3. Квантовая диагностика.

Тема 3.1 Ядерно-магнитный резонанс. Релаксация ядерного спина в среде.

Тема 3.2 Ядерное резонансное изображение. Наблюдаемые, контраст и выбор сечения.

7.3 Вопросы

- 1. Спонтанное и вынужденное излучения.*
- 2. Полупроводниковый лазерный диод. Неравновесное стационарное состояние.*
- 3. Нелинейные эффекты в лазерном поле. Раманское рассеяние.*
- 4. Антистоксовая флюоресценция. Принцип лазерного охлаждения и второй закон термодинамики.*
- 5. Телепортация.*
- 6. Сверхтонкое расщепление основного состояния атома Rb.*
- 7. Сфера Блоха.*
- 8. Квантовые затворы.*
- 9. Атомный силовой микроскоп: применение и разрешение.*
- 10. Туннелирование квантовой частицы через барьер.*

11. *Многочастичное туннелирование через образец - наконечник потенциальный барьер.*
12. *Туннельный сканирующий микроскоп.*
13. *Манипулирование атомами в туннельном сканирующем микроскопе.*
14. *Ядерный магнитный резонанс. Кинетика спина во внешнем, магнитном поле.*
15. *Релаксационные механизмы ядерного спина в среде.*
16. *Ядерное резонансное изображение. Наблюдаемые, контраст и выбор сечения.*
17. *Выбор сечения наблюдения. Градиентов поле.*

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Рекомендуемая литература

1. М. Нильсен, И. Чанг, Кв. Вычисления и Кв. информация, 2006
2. Epstein R.I., Sheik- Bahae M., *Optical Refrigeration*, WILEY-VCH, 2008.
3. Seletskiy D.V., et al, *Cryogenic optical refrigeration*, Adv.Opt.Phot., vol.4, p.78, 2012.
4. Major F.G., *The quantum beat*, Springer, 2006.
5. Giessibl F.J., Advances in atomic force microscopy, Rev.Mod.Phys. vol.75, p.949, 2003.
6. Bai C., *Scanning tunneling microscopy and its applications*, Springer, 2000.
7. Rieger P.H., *Electron spin resonance*, RSCPublishing, 2007.
8. Weishaupt D., et al., *How does MRI work?* Springer 2003.

8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютер, ms teams. [IBM Quantum](https://quantum-computing.ibm.com/) (https://quantum-computing.ibm.com/), google colab (https://colab.research.google.com/).