

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)
УНИВЕРСИТЕТ**

Составлена в соответствии с федеральными
Государственными требованиями к структуре
основной профессиональной образовательной
программы послевузовского профессионального
образования (аспирантура)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научной работе
_____ П.С. Аветисян
« ____ » _____ 20__ г.

Институт: Математики и высоких технологий
Кафедра: Общей физики и квантовых наноструктур

**Учебная программа подготовки аспиранта
ДИСЦИПЛИНА: ОД.А. 05**

Многоэлектронные и спиновые эффекты в квантовых наноструктурах

_____ наименование дисциплины по учебному плану подготовки аспиранта

01.04.10
-Шифр

_____ **Физика полупроводников**
наименование научной специальности

Программа одобрена на заседании
кафедры

протокол № _____ от _____ 20__ г.

Утверждена Ученым Советом РАУ

протокол № ____ от _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____
Подпись

д.ф.м.н., профессор Саркисян А.А.
И.О.Ф, ученая степень, звание

Разработчик программы _____
Подпись

д.ф.м.н., профессор Саркисян А.А.
И.О.Ф, ученая степень, звание

Ереван 2013

Общие положения

Настоящая рабочая программа обязательной дисциплины «**Многоэлектронные и спиновые эффекты в квантовых наноструктурах**» образовательной программы послевузовского профессионального образования (ООП ППО) ориентирована на аспирантов университета, уже прослушавших общие и специальные курсы по теоретической физике, математической физике, квантовой теории твердого тела, физики низкоразмерных систем, физическим основам нанoeлектроники.

1. Цели изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины «**Многоэлектронные и спиновые эффекты в квантовых наноструктурах**»- является введение аспирантов в современное состояние исследований в области полупроводниковой нанoeлектроники основанной на манипуляциях многоэлектронными и спиновыми состояниями электронов. Так как наряду с микро- и нанoeлектроникой идет активное развитие спинтроники, то темы планируемых лекций являются актуальными и охватывают большой класс прикладных задач.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Аспирант должен

-знать:

- основы квантовой механики;
- методы решения уравнений математической физики;
- аппарат решения многочастичных задач в твердых телах;
- основы тензорного и векторного анализа;

- уметь:

- решать уравнения Шредингера, Паули и Дирака в криволинейных координатах;
- пользоваться различными пакетами математического моделирования физических систем;
- анализировать физическую картину полученных результатов;

3. Объем дисциплины и количество учебных часов

Вид учебной работы	Кол-во зачетных единиц*/уч.часов
Аудиторные занятия	1/36
Лекции (минимальный объем теоретических знаний)	1/36
Семинар	
Практические занятия	
Другие виды учебной работы (авторский курс, учитывающий результаты исследований научных школ Университета, в т.ч. региональных)	
Внеаудиторные занятия:	1/36
Самостоятельная работа аспиранта	1/36
ИТОГО	2/72
Вид итогового контроля	Составляющая экзамена кандидатского минимума зачет

4. Содержание дисциплины

4.1 Содержание лекционных занятий

№ п/п	Содержание	Кол-во уч. часов
1	Одноэлектронные состояния в квантовых наноструктурах.	2
2	Спин электрона. Матрицы Паули. Полный угловой момент	4
3	Двухчастичные спиновые волновые функции. Орто- и парасостояния.	4
4	Атом гелия. Искусственный атом гелия.	4
5	Слоистые наноструктуры. Сферические и цилиндрические нанослои, квантовые кольца.	6
6	Адиабатическое описание двухэлектронных состояний в сферических и цилиндрических нанослоях. Два электрона на кольце.	4
7	Управление временем обмена состояниями в двухэлектронной системе находящейся в наноструктуре.	4
8	Двумерный параболический атом Томаса-Ферми. Теорема Кона.	4
9	Ток спинового магнитного момента в цилиндрических нанослоях.	4
Всего:		36

5. *Практические занятия*

Практические занятия не предусмотрены учебным планом

6. *Другие виды учебной работы*

Другие виды учебной работы не предусмотрены учебным планом.

7. *Самостоятельная работа аспиранта*

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Кол-во уч. часов
1	Ознакомление с учебной и научной литературой.	8
2	Усвоение методов решения одночастичных и многочастичных задач в криволинейных координатах в том числе и с учетом кривизны пространства.	10
3	Всесторонний качественный и количественный анализ полученных физических результатов.	12
4	Усвоение навыков оформления научных статей.	6
Всего:		36

8. Перечень контрольных мероприятий и вопросы к экзаменам кандидатского минимума

Перечень вопросов к экзаменам кандидатского минимума:

1. Спин электрона, матрицы Паули, коммутационные соотношения для спиновых операторов.
2. Уравнение Паули, спин-орбитальное взаимодействие.
3. Гамильтониан Рашбы.
4. Атом гелия, синглетные и триплетные состояния.
5. Квантовая точка с двумя электронами, параболический атом гелия.
6. Двухэлектронные состояния в квантовом кольце (модель Чакраборти-Пиетилаинена, модель Винтерница-Сморозинского).
7. Двухэлектронные состояния в квантовом кольце (адиабатическое описание).
8. Гармониум, атом Мошинского.
9. Двухэлектронные состояния в сферическом нанослое (искусственные орто- и парагелий).
10. Двухэлектронные состояния в тонком сферическом нанослое (адиабатическое описание).

11. Управление временем обмена состояниями в двухэлектронной системе находящейся в квантовой точке.
12. Модель атома Томаса-Ферми.
13. Двумерный параболический атом Томаса-Ферми (точно решаемая модель).
14. Циклотронный резонанс в многоэлектронной системе, теорема Кона.
15. Параболические квантовые точки, обобщенная теорема Кона.
16. Фермионные состояния в центрально-симметричном поле, спиноры.
17. Дипольный и квадрупольный моменты электрона в сферическом нанослое.
18. Орбитальный ток и ток спинового магнитного момента.
19. Ток спинового магнитного момента в сферических и цилиндрических нанослоях.
20. Понятие о спиновом токе, спинтроника.

9. Образовательные технологии

В процессе обучения применяются следующие образовательные технологии:

1. Сопровождение лекций показом визуального материала.
2. Проведение лекций с использованием интерактивных методов обучения.

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Учебно-методические и библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантируют качественное освоение аспирантом образовательной программы. Университет располагает обширной библиотекой, включающей научно-экономическую литературу, научные журналы и труды научно-практических конференций по основополагающим проблемам науки и практики управления.

10.1 . Основная литература:

- Э.М. Казарян, С.Г. Петросян, *Физические основы наноэлектроники* (на армянском языке). Изд. РАУ, Ереван (2005).
- D. Bimberg, M. Grundman and N. Ledentsov, *Quantum dot heterostructures*. Wiley, New-York (1999)..
- S. Flugge. *Practical Quantum Mechanics Part 2*. Springer, Germany (1971).
- L. Landau, E. Lifshits, *Quantum Mechanics*, Nauka, Moscow (1989).
- Энциклопедия ЮНЕСКО “Нанонаука и нанотехнологии”. Изд. Магистр-пресс, Москва (2011).

- В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин, *Основы нанoeлектроники*. Изд. НГТУ, Новосибирск (2004).
- В.М. Галицкий, Б.М. Карнаков, В.И. Коган, *Задачи по квантовой механике*, Изд. Наука, Москва (1981).

7.2. Дополнительная литература

- В. Askerov, *Electronic transport phenomena in semiconductors*. Nauka, Moscow (1985).
- А.И. Ансельм, *Введение в теорию полупроводников*, Изд. Наука, Москва (1978).
- И.В. Савельев, *Основы теоретической физики*, Изд. Наука, Москва (1991).

7.3 Интернет-ресурсы

1. <http://www.scholar.google.com>
2. <http://adsabs.harvard.edu>
3. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/quantum.htm>

11. Материально-техническое обеспечение

Кафедра располагает соответствующим компьютерным оборудованием позволяющим проводить численные расчеты. Можно также использовать компьютерный кластер кафедры теоретической физики ЕГУ.