

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ И СПОРТА РА
Г О У В П О Р О С С И Й С К О - А Р М Я Н С К И Й У Н И В Е Р С И Т Е Т

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

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по науке
П.С. Аветисян
«19» июля 2023г.

Институт: Инженерно-Физический
Кафедра: Технологии материалов и структур электронной техники

Учебная программа подготовки аспиранта и соискателя
ДИСЦИПЛИНА: 2.1.8.3

Специальные вопросы физики полупроводников

наименование дисциплины (модуля) по учебному плану подготовки аспиранта

1.3.11.
-Шифр

Физика полупроводников
наименование научной специальности

Программа одобрена на заседании
кафедры

протокол № 97 от 30 июня 2023 г.

Утверждена Ученым Советом ИФИ

протокол № 33 от 19 июля 2023 г.

И.о. Заведующего кафедрой

д-р физ.-мат. наук, и.о. проф. Мамасахлисов Е.Ш.
И.О.Ф, ученая степень, звание

Разработчик программы

канд. физ.-мат. наук, доц. Д.Б. Айрапетян
И.О.Ф, ученая степень, звание

Ереван 2023

Общие положения

Настоящая рабочая программа обязательной дисциплины **«Специальные вопросы физики полупроводников»** образовательной программы послевузовского профессионального образования (ООП ППО) ориентирована на аспирантов университета, уже прослушавших общие и специальные курсы по теоретической физике, физике твердого тела, твердотельной электронике, физическим основам нанoeлектроники.

1. Цели изучения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины **«Специальные вопросы физики полупроводников»** является ознакомление аспирантов с новыми исследованиями в области физики полупроводников и полупроводниковой электроники, обусловленными использованием различных полупроводниковых гетероструктур, структур с двумерным электронным газом, квантовых нитей и точек для разработки и изготовления принципиально новых полупроводниковых приборов и устройств, воспитание у них умения самостоятельно использовать полученные знания а прикладных разработках для создания новых приборов с необходимыми для практики характеристиками.

Дисциплина **«Специальные вопросы физики полупроводников»** относится к циклу обязательных дисциплин и входит в состав образовательной составляющей учебного плана по направлению обучения в аспирантуре по специальности 01.04.10 Физика полупроводников.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Аспирант должен

-Знать:

- основные темы курса;
- темы, вынесенные на самостоятельную проработку;
- о физических принципах, лежащих в основе процессов, происходящих в наноструктурах и нанoeлектронных приборах;

- о тенденциях развития наноэлектроники и нанотехнологии в целом;
- о мировом уровне развития nanoиндустрии;
- базовую терминологию, относящуюся к наноэлектронным структурам и приборам.

- Уметь:

- объяснять физические процессы, происходящие в системах пониженной размерности;
- применять изученные модели и подходы для описания принципов работы наноэлектронных полупроводниковых приборов.
- уметь предложить практические применения изучаемых физических эффектов.

- Владеть:

- навыками применения системного анализа и системного подхода по изучению наноструктур ;
- навыками по самостоятельной разработке наносистем.

3. Объем дисциплины (модуля) и количество учебных часов

Вид учебной работы	Кол-во зачетных единиц*/уч.часов
Аудиторные занятия	1/26
Лекции (минимальный объем теоретических знаний)	8
Семинар	18
Практические занятия	-
Другие виды учебной работы (авторский курс, учитывающий результаты исследований научных школ Университета, в т.ч. региональных)	-
Формы текущего контроля успеваемости аспирантов	-
Внеаудиторные занятия:	-
Самостоятельная работа аспиранта	10
ИТОГО	36
Вид итогового контроля	Составляющая экзамена кандидатского минимума зачет

4. Содержание дисциплины (модуля)

4.1 Содержание лекционных занятий

№ п/п	Содержание	Кол-во уч. часов
1	Современные тенденции развития физики полупроводников и полупроводниковых приборов.	2
2	Рассеяние электронов в квантово-размерных структурах и особенности транспорта носителей заряда в наноразмерных структурах	4
3	Электродинамические свойства двумерного электронного газа.	2
Всего:		8

4.2 Семинарские занятия

№ п/п	Содержание	Кол-во уч. часов
1	Общие свойства низкоразмерного электронного газа и фононов в наногетероструктурах.	5
2	Туннельный перенос в наноструктурах	5
3	Физика низкоразмерных контактов	4
4	Двумерные кристаллы	4
Всего:		18

4.3 Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены учебным планом

4.4 Другие виды учебной работы

Другие виды учебной работы не предусмотрены учебным планом.

4.5 Самостоятельная работа аспиранта

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Кол-во уч. часов
1	Использование процессов самоорганизации для формирования наноструктур.	1
2	Изучение электронного транспорта в мезоскопических системах	1
3	Диоды с резонансным туннелированием	1
4	Физические свойства графена	2
5	Лазеры на квантовых точках	2
6	Наноструктурные материалы	1
7	Электродинамические свойства двумерного электронного газа	1
8	Магнитные полупроводники и спинтроника	1
Всего:		10

5 Перечень контрольных мероприятий и вопросы к экзаменам кандидатского минимума

Перечень вопросов к экзаменам кандидатского минимума:

1. Общий подход к проблеме экранирования в нозкоразмерных системах. Граничные условия для уравнения Лапласа. Экранирование поля точечного заряда.
2. Контактные явления в двумерном электронном газе. Релаксация заряда. Высокочастотная емкость контактов. Свойства контактов в сильном магнитном поле.
3. Природа углеродной связи, углеродные молекулы и кластеры. Свойства фуллеренов, нанотрубок и графена. Возможности их применений.
4. Акустические и оптические колебания кристаллической решетки в наноструктурах. Локализованные моды. Интерфейсные оптические фононы.
5. Рассеяние двумерных электронов на заряженных примесях.
6. Особенности рассеяния электронов в наноструктурах. Скорость рассеяния электронов на акустических колебаниях в квантовой яме.
7. Рассеяние электронов на объемных оптических фононах в квантовой яме.
8. Параллельный перенос электронов в многослойных наноструктурах.
9. Вольт-амперная характеристика сверхрешеток.
10. Туннельное прохождение через структуру с двойным барьером, расчет туннельного тока.
11. Явление многомодового когерентного транспорта в квазиодномерных системах.

6 Образовательные технологии

В процессе обучения применяются следующие образовательные технологии:

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

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Учебно-методические и библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантируют качественное освоение аспирантом образовательной программы. Университет располагает обширной библиотекой, включающей научную

литературу по физике, научные журналы и труды научно-практических конференций по основополагающим проблемам науки и практики управления.

7.1. Основная литература:

1. Щука А.А. Нанoeлектроника. – М.: Физматлит, 2007. – 464 с.
2. Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. Основы нанoeлектроники, Учеб. пособие. 2-е изд., испр. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 496 с.
3. Нанотехнологии в полупроводниковой электронике/ Отв. Редактор А.Л. Асеев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 368 с.
4. D. K. Ferry, S.M. Goodnick, Transport in Nanostructures, Cambridge Univ. Press., Cambridge, UK, 1997.
5. V. Mitin, V, Kochelap, M. Strascio, Quantum Hetrostructures:Microelectronics and Optoelectronics, Cambridge Univ. Press, 2001.
6. S. Datta, Electronic Transport in Mesoscopic Systems, Cambridge Univ. Press, 1995.
7. П. Харрис, Углеродные нанотрубки и родственные структуры, М., Техносфера, 2003, 336 стр.
8. Ч. Пул, Ф. Оуэнс, Нанотехнологии, Техносфера, М., 2005.
9. M. Dragoman, D. Dragoman, Nanoelectronics. Principles and Devices. Artech House, Boston, 2006.

7.2. Дополнительная литература

1. В. Ф. Гантмахер, И.Б. Левинсон, Рассеяние носителей тока в металлах и полупроводниках, М., Наука, 1984.
2. Гирвин С., Квантовый эффект Холла: необычные возбуждения и нарушенные симметрии, РХД, 2003, 156 стр.
3. D. Bimberg, M. Grundmann, N. Ledentsov, Quantum Dot Heterostrucures, John Wiley and Sons, 1999.
4. В. И. Трефилов и др., Фуллерены-основа материалов будущего, Киев, Изд-во АДЕФ-Украина, 2001, 148 стр.

7.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.microanalysis.ru>
2. <http://nanojournal.ru/>
3. <http://www.nanorf.ru/>

8 Материально-техническое обеспечение

Кафедра располагает материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом аспиранта, а также эффективное выполнение диссертационной работы.