

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Худин Александр Николаевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 26.01.2021 12:36:22

Уникальный программный ключ:

08303ad8de1c60b987361de7085acb509ac3da143f4155021ab0e59e731a19

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

"Курский государственный университет"

Кафедра физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДЕНО

протокол заседания

Ученого совета от 24.04.2017 г., №10

Рабочая программа дисциплины Физика низкоразмерных систем

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Профиль подготовки: Технологии в микроэлектронике

Квалификация: бакалавр

Факультет физики, математики, информатики

Форма обучения: очная

Общая трудоемкость 3 ЗЕТ

Виды контроля в семестрах:

зачет(ы) с оценкой 8

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	Неделя	14		
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	14	14	14	14
Лабораторные	14	14	14	14
Практические	14	14	14	14
В том числе инт.	18	18	18	18
Итого ауд.	42	42	42	42
Контактная работа	42	42	42	42
Сам. работа	66	66	66	66
Итого	108	108	108	108

Рабочая программа дисциплины Физика низкоразмерных систем / сост. ; Курск. гос. ун-т. - Курск, 2017. - с.

Рабочая программа составлена в соответствии со стандартом, утвержденным приказом Минобрнауки России от 12 марта 2015 г. № 218 "Об утверждении ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (уровень бакалавриата)" (Зарегистрировано в Минюсте России 07 апреля 2015 г. № 36765)

Рабочая программа дисциплины "Физика низкоразмерных систем" предназначена для методического обеспечения дисциплины основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиль Технологии в наноэлектронике

Составитель(и):

© Курский государственный университет, 2017

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование у студентов понимания физических процессов транспорта носителей заряда в низкоразмерных системах для осознанного и целенаправленного использования полученных знаний при разработке и применении элементов, приборов и устройств наноэлектроники.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.10
--------------------	------------

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-7: способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

Знать:

- особенности физических свойств систем с пониженной размерностью
- процессы транспорта носителей заряда в системах с пониженной размерностью
- методы теоретического описания физических свойств систем с пониженной размерностью

Уметь:

- анализировать процессы, происходящие в твердом теле при понижении размерности системы и вызывающие изменения в их свойствах
- измерять характеристики систем с пониженной размерностью
- проводить расчеты параметров модельных квантоворазмерных систем; параметров создаваемых структур, требуемых для их использования в том или ином заданном диапазоне длин волн, энергий кванта излучения, температур

Владеть:

- навыками применения математического аппарата квантовой механики для описания свойств квантоворазмерных систем
- самостоятельного использования знаний, полученных при изучении фундаментальной дисциплин в прикладных разработках для создания новых приборов с необходимыми для практики характеристиками
- навыками математического моделирования переноса носителей заряда в системах с пониженной размерностью с использованием современных программных средств

ПК-5: готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

Знать:

Уметь:

Владеть:

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем	Вид занятий	Семестр / Курс	Часов	Интеракт.
	Раздел 1. Размерное квантование	Раздел			
1.1	Энергетический спектр электронов в системах пониженной размерности	Лек	8	2	2
1.2	Условия наблюдения квантоворазмерных эффектов	Ср	8	2	0
1.3	Квантоворазмерные объекты и их электронные спектры	Лек	8	2	2
1.4	Методы расчета энергетического спектра носителей заряда в структурах различной размерности	Лек	8	4	2
1.5	Электронные спектры МДП-структур	Ср	8	2	0

1.6	Электронные спектры гетероструктур	Ср	8	2	0
1.7	Электронные спектры сверхрешеток	Ср	8	2	0
1.8	Электронные спектры дельта-слоев	Ср	8	2	0
1.9	Электронные спектры квантовых нитей	Ср	8	2	0
1.10	Электронные спектры квантовых точек	Ср	8	2	0
1.11	Электронные спектры структур с вертикальным переносом	Ср	8	2	0
1.12	Решение задач по теме "Размерное квантование"	Пр	8	6	6
1.13	Моделирование спектра электрона в одномерной потенциальной яме	Лаб	8	2	2
1.14	Моделирование движения электрона вблизи потенциальной ступеньки	Лаб	8	2	2
1.15	Материалы для создания низкоразмерных структур в электронике	Ср	8	4	0
	Раздел 2. Свободные и связанные носители заряда в наноструктурах	Раздел			
2.1	Плотность состояний в электронных системах пониженной размерности	Лек	8	2	0
2.2	Вырожденная и невырожденная статистика носителей. Критерий вырождения	Ср	8	4	0
2.3	Изучение спектра электронных состояний методом сканирующей электронной микроскопии	Лаб	8	2	0
2.4	Определение работы выхода методом сканирующей туннельной микроскопии	Лаб	8	2	0
2.5	Связанные состояния в двумерных структурах	Ср	8	2	0
2.6	Примесные состояния в двумерных системах	Ср	8	4	0
2.7	Зависимость энергии связи от ширины и высоты потенциальной ямы, а также типа материалов гетероструктур	Ср	8	6	0
2.8	Решение задач по теме "Свободные и связанные носители заряда в низкоразмерных системах"	Пр	8	4	0
2.9	Экситоны в низкоразмерных системах	Ср	8	6	0
	Раздел 3. Кинетические явления в низкоразмерных системах	Раздел			
3.1	Проводимость и подвижность носителей заряда в двумерных системах	Лек	8	2	0
3.2	Влияние размерности на время релаксации и вероятность рассеяния носителей заряда	Ср	8	6	0
3.3	Моделирование движения электрона в слоистой квантоворазмерной структуре	Лаб	8	2	2
3.4	Моделирование движения электрона через слоистую структуру в постоянном электрическом поле, перпендикулярном плоскости слоя	Лаб	8	2	0
3.5	Методы повышения подвижности носителей заряда в гетероструктурах	Ср	8	4	0
3.6	Перенос носителей в квантовых нитях и системах квантовых ям	Лек	8	2	0
3.7	Баллистический транспорт носителей заряда	Ср	8	6	0
3.8	Вертикальный перенос в системах квантовых ям	Ср	8	4	0

3.9	Резонансное тунеллирование	Ср	8	4	0
3.10	Моделирование процессов резонансного тунеллирования в системе квантовых ям	Лаб	8	2	0
3.11	Решение задач по теме: "Кинетические явления в низкоразмерных системах"	Пр	8	4	0

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания для текущей аттестации

Оценочные материалы для проведения текущего контроля по дисциплине "Физика низкоразмерных систем" рассмотрены и одобрены на заседании кафедры физики и нанотехнологий от 16.03.2017, протокол № 7 и являются приложением к рабочей программе дисциплины.

5.2. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине "Физика низкоразмерных систем" рассмотрены и одобрены на заседании кафедры физики и нанотехнологий от 16.03.2017, протокол № 7 и являются приложением к рабочей программе дисциплины.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Заглавие	Эл. адрес	Кол-
Л1.1	Федоров А.В., Баранов А.В., Маслов В.Г., Орлова А.О., Ушакова Е.В., Леонов М.Ю., Голубев В.Г. - Физика наноструктур: учебное пособие - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2014.	http://www.iprbookshop.ru/65342.html	1

6.1.2. Дополнительная литература

	Заглавие	Эл. адрес	Кол-
Л2.1	Анисимова Н.И., Грабов В.М., Зайцев А.А., Ляпцев А.В., Ханин С.Д., Семенова Е.Ю. - Учебно-методический комплекс по сетевой образовательной программе «Физика наноструктур и наноэлектроника»: учебно-методическое пособие - Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2013.	http://www.iprbookshop.ru/21426.html	1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Quantum Dot Lab
Э2	Piece-Wise Constant Potential Barriers Tool
Э3	Resonant Tunneling Diode Simulator
Э4	ABACUS - Assembly of Basic Applications for Coordinated Understanding of Semiconductors
Э5	GFET Tool
Э6	NT-MDT

6.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	MsOffice Professional 2007 (Open License: 43219389)
7.3.1.2	Citrix XenDesktop Platinum Edition - Per User/Device (Serial Number LA-0001452295-66704, Order Number 0001452295/4)
7.3.1.3	Microsoft Windows Professional Russian Upgrade/Software Assurance Pack Academic OPEN 1 License No Level (Code/Serial Number FQC-02308)
7.3.1.4	Microsoft Windows 7 Open License: 47818817
7.3.1.5	Adobe Acrobat Reader DC (Бесплатное программное обеспечение)
7.3.1.6	7-Zip (Свободная лицензия GNU LGPL)
7.3.1.7	Google Chrome (Свободная лицензия BSD)
7.3.1.8	

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	https://nanohub.org/publications/datasets - базы данных международного образовательного портала nanohub.org ;
7.3.2.2	https://nanohub.org/resources/animations ;
7.3.2.3	https://nanohub.org/resources/presentationmaterials ;
7.3.2.4	http://www.ioffe.ru/SVA - Электронный архив: «Новые полупроводниковые материалы: Характеристики и свойства»;
7.3.2.5	Quantum Dot Lab (https://nanohub.org/resources/qdot);

7.3.2.6	Piece-Wise Constant Potential Barriers Tool (https://nanohub.org/resources/pcpbt);
7.3.2.7	Resonant Tunneling Diode Simulator (https://nanohub.org/resources/rtd);
7.3.2.8	ABACUS - Assembly of Basic Applications for Coordinated Understanding of Semiconductors
7.3.2.9	(https://nanohub.org/resources/abacus);
7.3.2.10	GFET Tool (https://nanohub.org/resources/gfettool).

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	1. Лаборатория схмотехнического моделирования для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33, 185
7.2	Автоматизированное рабочее место для промышленного тестирования радиокомпонентов АРМ-ПТР – 1 шт.
7.3	Осциллограф цифровой DSOX2024A4 канал 200МГц Agilent Technologies (США) – 1 шт.
7.4	Типовой комплект учебного оборудования «Схмотехника» исполнение настольное, ручное СТ-НР – 1 шт.
7.5	Установка для измерения электрических свойств – 1 шт.
7.6	Коммутатор HP Pro Curve 1810 G-24 – 1 шт.
7.7	Шкаф настенный 19-дюйм. Hyperline TWM-0445-GR-RAL9004 4U 279x600[450 со стекл.дверью – 1 шт.
7.8	Кресло преподавателя – 1 шт.
7.9	Стол лабораторный на металлокаркасе – 5 шт.
7.10	Стол лабораторный угловой на металлокаркасе – 1 шт.
7.11	Рабочая станция (монитор, клавиатура, мышь, нулевой клиент) – 5 шт.
7.12	Жалюзи вертикальные тканевые – 3 шт.
7.13	Стол преподавателя с радиусом 1800x770x700 – 1 шт.
7.14	Стол учебный 1200x750x600 – 8 шт.
7.15	Стол учебный 1200x750x700 – 1 шт.
7.16	Стул Изо – 24 шт.
7.17	Магнитно-маркерная доска – 1 шт.
7.18	2. Лаборатория атомной физики для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33, 192
7.19	Спектр излучения паровой ртути и тонкой структуры спектр.линии натрия (ДСВ-03) – 1 шт.
7.20	Спектроскоп 2-х трубный – 1 шт.
7.21	Окуляр микрометр №603845 – 1 шт.
7.22	Окуляр от микроскопа №732228 – 1 шт.
7.23	Стол лабораторный – 9 шт.
7.24	Шкаф – 3 шт.
7.25	Стул – 16 шт.
7.26	3. Научно-исследовательские лаборатории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33, МНЦ(4,5,6,7)
7.27	Модуль визуализации микро- и нанообъектов на основе сканирующего электронного – 1 шт.
7.28	Система напыления проводящих покрытий с функцией травления и кварцевым контроллером – 1 шт.
7.29	Сканирующий зондовый микроскоп Солвер Некст – 1 шт.
7.30	Сканирующий туннельный микроскоп УМКА – 1 шт.
7.31	Стол для микроскопа – 1 шт.
7.32	Стол рабочий (1500x750x700) – 12 шт.
7.33	Стул Изо – 30 шт.
7.34	Тумба подкатная – 12 шт.
7.35	Стол компьютерный с вырезом с надставкой (1000x900x700) – 9 шт.
7.36	МФУ Canon iSENSYS MF4410 лазер. принтер + сканер + копир – 1 шт.
7.37	Ноутбук ASUS Eee PC1011PX – 1 шт.
7.38	Рабочая станция (монитор, клавиатура, мышь, нулевой клиент) – 4 шт.
7.39	

7.40	Учебно-наглядные пособия представлены комплектом мультимедийных презентаций "Физика низкоразмерных систем".
7.41	
7.42	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – ауд. 185, 192, МНЦ.
7.43	
7.44	4. Учебная аудитория для самостоятельной работы студентов с возможностью подключения к сети «Интернет» и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33, 146.
7.45	Столов – 61 шт.
7.46	Посадочных мест – 162 шт.
7.47	Компьютеров:
7.48	27 моноблоков MSI - модель MS-A912, 2гб оперативной памяти, Athlon CPU D525 1.80GHz;
7.49	13 моноблоков Asus - модель ET2220I, 4гб оперативной памяти, intelCore i3-3220 CPU 3.30 GHz.
7.50	

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания обучающимся по освоению дисциплины «Физика низкоразмерных систем» рассмотрены и одобрены на заседании кафедры физики и нанотехнологий, протокол № 7 от 16.03.2017 г. и являются приложением к рабочей программе дисциплины.

Общие положения

Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, рекомендуемой литературой и интернет-ресурсами, методическими разработками, имеющимися на кафедре.

1 Указания по подготовке к занятиям лекционного типа

Лекции по дисциплине проводятся как в классической форме, так и с использованием мультимедийных презентаций. Электронный конспект курса лекций предназначен для более глубокого усвоения материала путем иллюстрирования лекции схемами, таблицами, рисунками, фотографиями и т.п.

Студентам предоставляется возможность копирования электронного конспекта лекций для самоподготовки и подготовки к экзамену.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, поэтому студентам рекомендуется перед очередной лекцией повторить материал предыдущей. При затруднениях в восприятии лекционного материала следует обращаться к литературным источникам, интернет-ресурсам, а также к лектору (в соответствии с графиком его консультаций).

2 Указания по подготовке к практическим занятиям

Обучающиеся на занятиях практического типа должны освоить применение теоретических знаний для решения практических задач под руководством преподавателя, научиться выполнять самостоятельные задания. Для решения физических задач на практических занятиях используется литература, указанная в качестве основной в рабочей программе дисциплины.

При затруднениях в восприятии материала практических занятий следует обращаться к дополнительным литературным источникам и интернет-ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины, или к преподавателю на занятиях практического типа.

3 Указания по подготовке к лабораторным занятиям

Для проведения лабораторного практикума по дисциплине созданы условия для максимально самостоятельного выполнения студентами лабораторных работ. К выполнению лабораторного практикума допускаются только студенты, сдавшие допуск по технике безопасности, о чем делается запись в соответствующем журнале.

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. При этом часть работ может выполняться в рамках самостоятельной работы по курсу. В ряде работ включены разделы с дополнительными элементами научных исследований, которые потребуют углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

В начале каждого лабораторного занятия преподаватель проводит экспресс-опрос (устно или в тестовой форме) по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы, и плану выполнения лабораторных работ. После выполнения лабораторной работы студент обязан сдать отчет о проделанной работе и ответить на контрольные вопросы. По всем работам практикума имеются описания, в состав которых входят теоретический материал, практические задания и описание хода выполнения работы и отчета по ней. Описание работ лабораторного практикума приведено в литературе, указанной в рабочей программе дисциплины.

4 Указания по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает в себя расширенное самостоятельное изучение вопросов дисциплины с использованием указанных в рабочей программе дисциплины основной и дополнительной литературы, а также интернет-ресурсов.

5 Указания по работе с литературой

Основная литература по данной дисциплине – это учебники, учебно-методические пособия, сборники задач, лабораторные практикумы.

Дополнительная литература – это монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, справочники, энциклопедии, интернет-ресурсы.

В учебнике/учебном пособии/монографии/ следует ознакомиться с оглавлением и научно-справочным аппаратом, прочитать аннотацию и предисловие. Целесообразно его пролистать, рассмотреть иллюстрации, таблицы, диаграммы, приложения. Такое поверхностное ознакомление позволит узнать, какие главы следует читать внимательно, а какие прочитать быстро.

Студенту следует использовать следующие виды записей при работе с литературой:

Конспект – краткая схематическая запись основного содержания работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов.

Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника.

Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала.

Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы.

Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги и другие виды.

6 Указания к методическим материалам, определяющим процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущая аттестация осуществляется в форме собеседования и выполнения тестовых заданий по изученным на момент аттестации разделам дисциплины.

Оценочные материалы для текущей аттестации студентов приведены в приложении к рабочей программе дисциплины «Физика низкоразмерных систем» и представляют собой вопросы для собеседования и тестовые задания по всем разделам дисциплины.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме дифференцированного зачета (8 семестр).

Зачет проходит в устно-письменной форме. Студенту предлагается ответить на выбранный им билет, содержащий два теоретических вопроса из разных разделов дисциплины для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этап формирования всех компетенций дисциплины. В процессе ответа студенту могут быть заданы уточняющие вопросы, а также вопросы, касающиеся других разделов дисциплины, не затронутых в билете, для понимания общего уровня сформированности компетенций.

На подготовку к зачёту студенту дается 30 мин.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации студентов приведены в приложении к рабочей программе дисциплины «Физика низкоразмерных систем».