МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Нанофизика. Введение в предмет М1.В.4

Направление подготовки: 011200.68 - Физика
Профиль подготовки: Физика сложных систем
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):

Таюрский Д.А. , Петрова А.В.

Рецензент(ы):

Прошин Ю.Н. , Тагиров Л.Р.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Таюрский Д. А.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 616314

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) ассистент, б/с Петрова А.В. Кафедра общей физики Отделение физики , npetrova131@gmail.com ; заместитель директора института физики Таюрский Д.А. Директорат Института физики Институт физики , Dmitry.Tayurskii@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Дать студентам представление о современном состоянии нанотехнологий в целом и физики наноскопических систем и наноструктур, современных методах их получения и экспериментального исследования, а также о проблемах и перспективах развития физики наноструктур и нанотехнологий

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М1.В.4 Общенаучный" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Дисциплина (М1.В.4) входит в вариативную часть цикла общенаучных дисциплин М1. Изучение этой дисциплины базируется на знаниях квантовой механики, физики конденсированного состояния веществ.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно- инновационных задач
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью проводить свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

особенности физических явлений на наноскопическом масштабе и физические основы работы современной аппаратуры для получения и исследования наноструктур

2. должен уметь:

использовать при работе справочную и учебную литературу в области физики наноструктур и нанотехнологий, находить другие необходимые источники информации и работать с ними

3. должен владеть:

теоретическими знаниями об основных положениях квантовой теории и статистической физики наноскопических и мезоскопических систем

4. должен демонстрировать способность и готовность:

использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение.	2	1	2	2	0	устный опрос
2.	Тема 2. Основы теории квантовых явлений.	2	2	2	2	0	устный опрос
3.	Тема 3. Получение наноструктур.	2	3	2	0	0	устный опрос
4.	Тема 4. Получение наноструктур.	2	4	1	2	0	устный опрос
5.	Тема 5. Методы исследования наноструктур.	2	5	1	1	0	устный опрос
6.	Тема 6. Явления переноса в наноструктурах.	2	6	1	1	0	коллоквиум
7.	Тема 7. Сверхпроводимость в макроскопических системах.	2	7	2	1	0	устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Магнитные свойства наноструктур.	2	8	2	1	0	устный опрос
9.	Тема 9. Аллотропные формы углерода.	2	9	1	2	0	устный опрос
10.	Тема 10. Фотонные кристаллы	2	10	0	2	0	устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			14	14	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Тенденции и основные открытия в современной нанотехнологии Наноскопический масштаб расстояний. Закон Мура. Низкоразмерные системы и наноструктуры. Инверсионные слои. Гетероструктуры.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Низкоразмерные системы и наноструктуры.Квантовые ямы и сверхрешетки. Связанные квантовые ямы. Квантовые нити. Квантовые точки.

Тема 2. Основы теории квантовых явлений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Уравнение Шредингера, квантовые состояния. Газ свободных электронов в металлах (уровень Ферми, плотность состояний).

практическое занятие (2 часа(ов)):

Периодические структуры, основные понятия зонной теории

Тема 3. Получение наноструктур.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Получение наноструктур. Подход "top-down" ("сверху-вниз").

Тема 4. Получение наноструктур.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Получение наноструктур. Подход "bottom-up" ("снизу-вверх"). Самосборка.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Получение наноструктур. Адсорбция на поверхности.

Тема 5. Методы исследования наноструктур.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Электронная микроскопия. Туннельная спектроскопия.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Расчет туннельного тока

Тема 6. Явления переноса в наноструктурах.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Явления переноса в наноструктурах. Основные сведения из теории переноса в макроскопических системах.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Туннелирование, кулоновская блокада, квантовые точки, квантовый эффект Холла. Спиновая блокада и другие явления.

Тема 7. Сверхпроводимость в макроскопических системах.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Сверхпроводимость в макроскопических системах. Переход сверхпроводник-диэлектрик. Квантовая фаза.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Эффект Джозефсона. Андреевское отражение. Высокотемпературная сверхпроводимость

Тема 8. Магнитные свойства наноструктур.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Магнитные свойства наноструктур. Краткий обзор магнетизма макроскопических систем. Магнитные вихревые структуры, эффекты близости, спиновые клапаны. Гигантское магнетосопротивление. Понятие о спинтронике

практическое занятие (1 часа(ов)):

Расчет спинового клапана

Тема 9. Аллотропные формы углерода.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Аллотропные формы углерода. Методы получения графена. Плазмоны и магнитоплазмоны в графене

практическое занятие (2 часа(ов)):

Возможные наноустройства на основе графена. Углеродные нанотрубки. Классификация и электронные свойства нанотрубок. Применения нанотрубок в наноэлектронике. Наноэлектромеханические системы на основе нанотрубок

Тема 10. Фотонные кристаллы

практическое занятие (2 часа(ов)):

Фотонные кристаллы - материалы с фотонными щелями: свойства, аналогии, применения. Фотонные квантовые ямы, "квантовые провода" и "квантовые точки".

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение.	2	1	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Основы теории квантовых явлений.	2	2	подготовка к устному опросу	1	устный опрос
				решение задач	3	опрос
3.	Тема 3. Получение наноструктур.	2	3	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Получение наноструктур.	2	4	изучение литературы	3	опрос
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
5.	Тема 5. Методы исследования наноструктур.	2	5	подготовка к устному опросу	1	устный опрос
				решение задач	5	опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Явления переноса в наноструктурах.	2	6	изучение литературы	3	опрос
				подготовка к коллоквиуму	3	коллоквиум
7.	Тема 7. Сверхпроводимость в макроскопических системах.	2	7	изучение литературы	3	опрос
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
8.	Тема 8. Магнитные свойства наноструктур.	2	8	изучение литературы	3	опрос
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
9.	Тема 9. Аллотропные формы углерода.	2	9	изучение литературы	3	опрос
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
10.	Тема 10. Фотонные кристаллы	2	10	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекционные и практические занятия с использованием мультимедийного оборудования, встречи с представителями российских и зарубежных компаний

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение.

устный опрос , примерные вопросы:

История развития исследований наноразмерных структур. История обнаружения фуллеренов. Применение наноструктур.

Тема 2. Основы теории квантовых явлений.

опрос , примерные вопросы:

Электрон в яме, проход через барьер

устный опрос , примерные вопросы:

Уравнение Шредингера, квантовые состояния. Газ свободных электронов в металлах (уровень Ферми, плотность состояний)

Тема 3. Получение наноструктур.

устный опрос , примерные вопросы:

Методы синтеза наноструктур.

Тема 4. Получение наноструктур.

опрос , примерные вопросы:

Самосборка наноструктур

устный опрос , примерные вопросы:

Методы синтеза наноструктур.

Тема 5. Методы исследования наноструктур.

опрос , примерные вопросы:

Методы исследования наноструктур

устный опрос , примерные вопросы:

Электронная микроскопия. Туннельная спектроскопия.

Тема 6. Явления переноса в наноструктурах.

коллоквиум , примерные вопросы:

Задача. Электрон в одномерной потенциальной яме. Задача. Электрон в связанных одномерных потенциальных ямах. Задача. Расчет плотности состояний в 1D, 2D и 3D системе электронов Вопросы: 1. Применение наноструктур. 2. Методы синтеза наноструктур. 3. Методы исследования наноструктур.

опрос , примерные вопросы:

Эффект Джозефсона. Гетероструктуры

Тема 7. Сверхпроводимость в макроскопических системах.

опрос , примерные вопросы:

Сверхпроводимость в наноструктурах

устный опрос , примерные вопросы:

Явление сверхпроводимости

Тема 8. Магнитные свойства наноструктур.

опрос , примерные вопросы:

Типы магнитного упорядочивания в наноструктурах Магнитные наночастицы Суперпарамагнетизм Гигантское магнетосопротивление Современные магнитные носители информации.

устный опрос , примерные вопросы:

Магнитные вихревые структуры, эффекты близости, спиновые клапаны. Современные магнитные носители информации. Суперпарамагнетизм и гигантское магнетосопротивление.

Тема 9. Аллотропные формы углерода.

опрос , примерные вопросы:

Типы нанотрубок Методы синтеза нанотрубок

устный опрос , примерные вопросы:

Применения нанотрубок в наноэлектронике. Наноэлектромеханические системы на основе нанотрубок. Типы наноторубок.

Тема 10. Фотонные кристаллы

устный опрос , примерные вопросы:

Фотонные квантовые ямы, "квантовые провода" и "квантовые точки".

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету

1.История развития исследований наноразмерных структур. История обнаружения фуллеренов.

2.Применение наноструктур.

3.Уравнение Шредингера, квантовые состояния.

4.Методы синтеза наноструктур.

5.Методы исследования наноструктур.

6.Эффект Джозефсона.

7.Сверхпроводимость в макроскопических системах.

8.Магнитные свойства наноструктур: суперпарамагнетизм и гигантское магнетосопротивление.

9.Аллотропные формы углерода: типы наноторубок.

10.Фотонные кристаллы: электрон в квантовой яме.
11.Самосборка наноструктур.
12.Методы синтеза нанотрубок.
13.Методы изготовления фотонных кристаллов.
14.Современные магнитные носители информации.
15.Квантовые ямы и сверхрешетки. Связанные квантовые ямы. Квантовые нити. Квантовые точки.
16.Гетероструктуры.
17.Туннелирование, кулоновская блокада, квантовые точки, квантовый эффект Холла.
18.Газ свободных электронов в металлах (уровень Ферми, плотность состояний).
19.Низкоразмерные системы и наноструктуры.
20.Периодические структуры, основные понятия зонной теории.
21.Электронная микроскопия. Туннельная спектроскопия.
22.Методы получения графена. Плазмоны и магнитоплазмоны в графене.
23.Понятие о спинтронике.
24.Сверхпроводимость в макроскопических системах. Переход сверхпроводник-диэлектрик. Квантовая фаза.
25.Андреевское отражение.
26. Высокотемпературная сверхпроводимость.
27.Магнитные вихревые структуры, эффекты близости, спиновые клапаны.
28.Применения нанотрубок в наноэлектронике. Наноэлектромеханические системы на основе нанотрубок.
29.Фотонные квантовые ямы, "квантовые провода" и "квантовые точки".
30.Спиновая блокада и другие явления

7.1. Основная литература:

1. Андриевский Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы. -М: "Бином. Лаборатория знаний", 2012 .-186с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3133
2. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие/ под ред. А. С. Сигова. - М.:"Бином. Лаборатория знаний", 2013. - 184с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42636
3. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий: методы и применение: пер. с англ./ под ред. У. Жу, Ж. Л. Уанга. - М.: "Бином. Лаборатория знаний", 2013. - 582 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8689

7.2. Дополнительная литература:

1. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. Изд. 2-е, исправленное. - М.: Физматлит, 2009. - 416 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2173

2. Квантовый вызов : современные исследования оснований квантовой механики : [учебное пособие] / Дж. Гринштейн, А. Г. Зайонц ; пер. 2-го изд. под ред. и с доп. В. В. Аристова, А. В. Никулова ; доп. ко 2-му изд. на рус. яз. А. В. Никулова .- 2-е изд., [доп.] .- Долгопрудный : Интеллект, 2012 .- 431 с.: ил.

7.3. Интернет-ресурсы:

Журнал Нанотехнологии - http://www.nanoru.ru/

Нанометр - http://www.nanometer.ru/

Нанотехнологии сейчас - http://www.nanotech-now.com/

Новости нанотехнологий - http://www.sciencedaily.com/news/matter_energy/nanotechnology/

Роснано - http://www.rusnano.com/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Нанофизика. Введение в предмет" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС " БиблиоРоссика " представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

лаборатория синтеза наноструктур

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.68 "Физика" и магистерской программе Физика сложных систем .

Автор(ы):
Таюрский Д.А. _____
Петрова А.В. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Прошин Ю.Н. _____
Тагиров Л.Р. _____
"__" _____ 201 __ г.