

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.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины
Нанofизика Б1.В.ДВ.1

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Теоретическая и математическая физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Петрова А.В. , Таюрский Д.А.

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

Казань
2015

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 , petrova131@gmail.com ; проректор по образовательной деятельности
Таурский Д.А. Ректорат КФУ , 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 " Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.02 Физика и относится к дисциплинам по выбору. 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

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

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен 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	1	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. Основы теории квантовых явлений.	2	2	1	0	0	устный опрос
3.	Тема 3. Получение наноструктур.	2	3	2	0	3	устный опрос
4.	Тема 4. Получение наноструктур.	2	4	1	0	3	устный опрос
5.	Тема 5. Методы исследования наноструктур.	2	5	1	0	3	устный опрос
6.	Тема 6. Явления переноса в наноструктурах.	2	6	1	0	0	коллоквиум
7.	Тема 7. Сверхпроводимость в макроскопических системах.	2	7	1	0	0	устный опрос

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	1	0	3	устный опрос
9.	Тема 9. Аллотропные формы углерода.	2	9	2	0	0	устный опрос
10.	Тема 10. Фотонные кристаллы	2	10	1	0	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	экзамен
	Итого			12	0	12	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

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

Тема 2. Основы теории квантовых явлений.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

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

Тема 3. Получение наноструктур.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

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

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Тема 4. Получение наноструктур.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

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

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Тема 5. Методы исследования наноструктур.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Электронная микроскопия. Туннельная спектроскопия.

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Тема 6. Явления переноса в наноструктурах.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

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

Тема 7. Сверхпроводимость в макроскопических системах.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

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

Тема 8. Магнитные свойства наноструктур.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

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

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Тема 9. Аллотропные формы углерода.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

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

Тема 10. Фотонные кристаллы

лекционное занятие (1 часа(ов)):

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	2	устный опрос
2.	Тема 2. Основы теории квантовых явлений.	2	2	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Получение наноструктур.	2	3	оформление лабораторных работ	6	сдача работ
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Получение наноструктур.	2	4	изучение литературы	4	опрос
				оформление лабораторных работ	4	устный опрос
5.	Тема 5. Методы исследования наноструктур.	2	5	оформление лабораторных работ	4	опрос
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос
6.	Тема 6. Явления переноса в наноструктурах.	2	6	подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
7.	Тема 7. Сверхпроводимость в макроскопических системах.	2	7	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
8.	Тема 8. Магнитные свойства наноструктур.	2	8	изучение литературы	4	опрос
				оформление лабораторных работ	4	устный опрос
9.	Тема 9. Аллотропные формы углерода.	2	9	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
10.	Тема 10. Фотонные кристаллы	2	10	подготовка к устному опросу	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	Итого				48	

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.

устный опрос , примерные вопросы:

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

Тема 3. Получение наноструктур.

сдача работ, примерные вопросы:

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:

Тема 7. Сверхпроводимость в макроскопических системах.

устный опрос , примерные вопросы:

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.

устный опрос , примерные вопросы:

Фулерен. Графен. Нанотрубки.

Тема 10. Фотонные кристаллы

устный опрос , примерные вопросы:

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

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

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.Аллоотропные формы углерода: типы нанотрубок.
- 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 нанoeлектронике. Нанoeлектромеханические 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 "Нанозифика" 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 оборудование 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 03.04.02 "Физика" и магистерской программе Теоретическая и математическая физика .

Автор(ы):

Таюрский Д.А. _____

Петрова А.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Прошин Ю.Н. _____

Тагиров Л.Р. _____

"__" _____ 201__ г.