ИНСТИТУТ МАГИСТРАТУРЫ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНЫХ МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено на заседании кафедры  
  
протокол №\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

от «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОСТРУКТУР

|  |  |
| --- | --- |
| Направление подготовки (специальность) | 14.04.02 Ядерные физика и технологии |
| Профиль подготовки (при его наличии) |  |
| Наименование образовательной программы (специализация) | Фемтосекундная лазерная физика и технологии |
| Квалификация (степень) выпускника | Магистр |
| Форма обучения | очная |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Семестр** | **Интерактив** | **Трудоемкость, кред.** | **Общий объем курса, час.** | **Лекции, час.** | **Практич. занятия, час.** | **Лаборат. работы, час.** | **СРС, час.** | **КСР, час.** | **Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП** |
| 4 |  | 3 | 108 | 6 | 30 | 12 | 6 | 0 | Э |
| ИТОГО | 42 | 3 | 108 | 6 | 30 | 12 | 6 | 0 |  |

Группа: М04-87

Аннотация

Целью дисциплины является обучение студентов научным знаниям по применения оптической спектроскопии для исследования наностуктур. Данный курс служит дополнением и развитием основных обязательных дисциплин. Он вводится с целью расширить и углублять знания студента в выбранном направлении.

1. Цели освоения учебной дисциплины

Целью дисциплины является обучение студентов научным знаниям по применения оптической спектроскопии для исследования наностуктур. Данный курс служит дополнением и развитием основных обязательных дисциплин. Он вводится с целью расширить и углублять знания студента в выбранном направлении.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Содержание программы «Применение оптической спектроскопии для исследования наноструктур» представляет собой развитие и углубление полученных ранее знаний в области физики. В ней используются основные понятия и представления, отвечающие теоретической базе, освоенной студентами при изучении дисциплин в рамках бакалавриата.

Данная дисциплина связана со следующими предшествующими дисциплинами: общая физика, квантовая механика, ядерная, атомная и молекулярная спектроскопия, оптика, физика твердого тела, разделы математики: дифференциальное и интегральное исчисления, теория рядов, уравнения математической физики, теория вероятностей и математическая статистика. Освоение данной дисциплины имеет как самостоятельное значение, демонстрирующее объединение разных физических и математических методов, изучаемых и используемых в разных разделах физики, так и освоение основ микро- и нанотехнологий.

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-4 ПСК-2 ПСК-8

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

З1. Многообразие углеродных наноструктур

З2. Особенности двумерных, одномерных и нуль-мерных наноструктур

З3. Особенности электронной структуры наноматериалов

З4. Размерные эффекты в оптической спектроскопии

З5. Аппаратура для получения и регистрации спектров

Уметь:

У1. Характеризовать различные типы наноструктур

У2. Различать двух- одно- и нуль- мерные наноструктуры

У3. Определять характерный вид плотности электронных состояний для наноструктур различной размерности

У4. Моделировать зонную структуру наноструктур методом складывания зоны Бриллюэна

У5. Анализировать размерные эффекты в оптической спектроскопии

У6. Использовать основные виды спектроскопических установок для регистрации спектров наноматериалов

Владеть:

В1. Навыками различать виды наноструктур

В2. Основными навыками работы на спектроскопических установках

В3. Основными навыками анализа полученных спектров

В4. Навыками получения данных о зонной и фононной структуре наноматериалов на основе результатов спектроскопических исследований

4. Структура и содержание учебной дисциплины

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п.п** | **Наименование раздела учебной дисциплины** | **Недели** | **Лекции, час.** | **Практ. занятия/ семинары, час.** | **Лабораторные работы, час.** | **Обязат. текущий контроль (форма\*, неделя)** | **Аттестация раздела (форма\*, неделя)** | **Максимальный балл за раздел\*\*** |
|  | *4 семестр* |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Физика наноструктур | 1-8 | 3 | 15 | 6 | Т-8 | КИ, 8 | 30 |
| 2 | Оптическая спектроскопия | 9-15 | 3 | 15 | 6 | Т-16 | КИ, 16 | 20 |
|  | *Итого за 4 семестр* |  | 6 | 30 | 12 |  |  | 50 |
|  | **Контрольные мероприятия после 4 семестра** |  |  |  |  |  | Э | 50 |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

КИ Контроль по итогам

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Недели** | **Темы занятий / Содержание** | **Лек., час.** | **Пр./сем., час.** | **Лаб., час.** |
|  | *4 семестр* | 6 | 30 | 12 |
| 1 - 2 | **Введение** Характеризация различных типов наноструктур. Полупроводниковые сверхрешетки, пористые слои, нанопроволоки и нанокристаллы (квантовые точки); наночастицы металлов; графен, углеродные нанотрубки и наночастицы. Размерность и проявление размерно-зависимых физических свойств различных наноматериалов | 1 | 5 |  |
| 3 - 5 | **Многообразие углеродных наноструктур** Многообразие углеродных наноструктур: фуллерены, одностенные и многостенные углеродные нанотрубки, наночастицы алмаза и графита, графен, лукообразные структуры, углеродные стручки. Методы их синтеза и диагностики. Уникальные электронные и оптические свойства. Примеры использования углеродных наноструктур в вакуумной электронике, наноэлектронике, газовом анализе, нелинейной оптике | 1 | 5 | 3 |
| 6 - 8 | **Двумерные, одномерные и нуль-мерные наноструктуры** Двумерные наноструктуры: Графен. Полупроводниковые сверхрешетки. Методы формирования. Электронная структура. Плотность электронных состояний. Размерно-зависимые правила отбора в комбинационном рассеянии света. Применение двумерных наноматериалов в наноэлектронике Одномерные наноструктуры: Квантовые проволоки. Нанотрубки и волокна. Одноатомные цепочки металлов. Методы формирования. Плотность электронных состояний. Электронный транспорт. Оптические свойства Нуль-мерные наноструктуры: Полупроводниковые квантовые точки. Методы синтеза. Размерно-зависимый сдвиг полос поглощения и люминесценции. Использование квантовых точек в качестве люминесцентных маркеров в химии и биологии | 1 | 5 | 3 |
| 9 - 10 | **Особенности электронной структуры наноматериалов** Особенности электронной структуры наноматериалов. Методы расчета плотности электронных состояний на основе модели складывания зоны Бриллюэна. Плотность электронных состояний для 3-мерных, двумерныхю одномерных и 0-мерных наноструктур | 1 | 5 |  |
| 11 - 13 | **Размерные эффекты в оптической спектроскопии** Размерные эффекты в оптической спектроскопии. Комбинационное рассеяние света, оптическое поглощение в УФ, видимом и ближнем ИК диапазонах, люминесцентная спектроскопия. Модель пространственной локализации фононов. | 1 | 5 | 3 |
| 14 - 16 | **Аппаратура для получения и регистрации спектров** Аппаратура для получения и регистрации спектров. Спектрометры комбинационного рассеяния света, оптического поглощения и фотолюминесцентой спектроскопии. Источники возбуждающего излучения. Монохроматоры, Системы регистрации излучения. CCD-матрицы и ФЭУ. | 1 | 5 | 3 |

5. Образовательные технологии

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия в виде лекций, практических занятий и лабораторных работ, позволяющих закрепить знания, полученные на лекциях и выработать умения, а также получить необходимый для приобретения компетенций опыт практической деятельности. Также предусмотрена самостоятельная работа студентов, заключающаяся в выполнении домашних заданий, повторении ранее пройденного материала и подготовке к контрольным мероприятиям.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ФОНДУ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ В РАМКАХ РЕАЛИЗУЕМОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Курс "Применения оптической спектроскопии для исследования наноструктур" расчитан на один семестр, преподается в 4-м семестре магистратуры и разделен на два раздела:

1. Физика наноструктур

2. Оптическая спектроскопия

По завершении каждого раздела студентам будет предложено пройти Обязательный Текущий Контроль (ОТК), проводимый в виде теста.

По результатам ответов на вопросы теста студентам начисляются баллы.

Максимальное количетсво баллов, которые возможно набрать по окончанию первого и второго разделов - 30 и 20 соответственно.

Тестовые задания приведены в Фонде Оценочных Средств по данной дисциплине, являющимся неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Применения оптической спектроскопии для исследования наноструктур»

На решение тестовых заданий студенту отводится 10 минут.

Если студент не набирает 50% баллов по результатам теста, то задание считается незащитанным и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе.

Таким образом, к экзамену студент может максимально набрать 50 баллов.

Экзамен проводится в виде ответов на вопросы экзаменационного билета. Максимальное время подготовки ответа - 1 час.

Экзаменационные вопросы и билеты приведены в Фонде Оценочных Средств по данной дисциплине, являющимся неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Применения оптической спектроскопии для исследования наноструктур»

По результатам экзамена студент может получить максимально 50 баллов.

Баллы, полученые за экзамен суммируются с баллами, полученными по результатам Обязательного Тукущего Контроля.

Итого, максимальное количество баллов, которые может получить студент по данной дисциплине составляет 100.

Итоговая оценка промежуточного контроля по дисциплине определяется на основании набранных баллов по следующей таблице:

Отлично (A) - 90-100 баллов

Хорошо (D, C, B) - 70-89 баллов

Удовлетворительно (E, D) - 60-69 баллов

Неудовлетворительно (F) - менее 60 баллов

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

а) ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 535 А91 Оптические методы диагностики нанообъектов : учебное пособие, В. А. Астапенко, С. А. Зайцев, Москва: МФТИ, 2011

2. ЭИ Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие для вузов, В. И. Троян [и др.], Москва: МИФИ, 2008

3. 539.2 Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие для вузов, В. И. Троян [и др.], Москва: МИФИ, 2008

4. 539.2 К45 Введение в физику твердого тела : , Ч. Киттель , М.: МедиаСтар, 2006

б) ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

в) ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

Специальное программное обеспечение не требуется

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки (специальности) 14.04.02 Ядерные физика и технологии.

Авторы:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Образцова Елена Дмитриевна к.ф.-м.н. с.н.с. | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (подпись) |

Рецензент(ы):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (подпись) |