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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____ «___»_____20__г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Методы синтеза и контроля оптических наноматериалов Б1.В.ДВ.9

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника
Профиль подготовки: не предусмотрено
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Ахмадеев А.А. , Гайнутдинов Р.Х. , Хамадеев М.А.
Рецензент(ы):
Нефедьев Л.А.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Салахов М. Х.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 6152418

Казань
2018

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) инженер 1 категории Ахмадеев А.А. Кафедра оптики и нанофотоники Отделение физики , Albert.Akhmadeev@kpfu.ru ; профессор, д.н. (профессор) Гайнутдинов Р.Х. Кафедра оптики и нанофотоники Отделение физики , Renat.Gainutdinov@kpfu.ru ; доцент, к.н. Хамадеев М.А. Кафедра оптики и нанофотоники Отделение физики , Marat.Khamadeev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

знакомство с основными методами синтеза и контроля оптических наноматериалов, получение знаний о последних достижениях в этом направлении, формирование у студентов современного понимания основных научно-технических проблем и перспектив развития

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел Б1 основной образовательной программы 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий
ПК-2 (профессиональные компетенции)	готовностью проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов
ПК-6 (профессиональные компетенции)	готовностью рассчитывать и проектировать основные параметры наноструктурных материалов различного функционального назначения
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных
ОПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- возможности и границы использования изучаемых методов синтеза и контроля оптических наноматериалов;
- классификацию основных методов синтеза и контроля оптических наноматериалов

2. должен уметь:

- применять полученные знания для синтеза оптических наноматериалов и последующего контроля качества получаемых образцов;
- определять конкретную профессиональную задачу, собирать необходимую исходную информацию в периодической литературе, на основе анализа сформулировать последовательность решения задачи

3. должен владеть:

- представлениями о современных методах синтеза и контроля оптических наноматериалов, о путях развития и совершенствования этих методов с целью повышения их эффективности и расширения области использования

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- синтезировать оптические наноструктуры наиболее простыми методами и контролировать качество полученных образцов;
- использовать системный научный анализ профессиональных проблем различного уровня сложности;
- работать с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой;
- проводить физический и химический эксперимент

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 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. Наноразмерные системы	8	1-2	3	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Методы создания наноструктур	8	3-4	4	0	0	
3.	Тема 3. Методы исследования наноструктур	8	5-6	4	0	0	
4.	Тема 4. Фотонные кристаллы	8	7-8	3	0	0	
5.	Тема 5. Методы синтеза фотонных кристаллов	8	9-10	4	0	0	Письменная работа
6.	Тема 6. Влияние концентрации реагентов на размер частиц диоксида кремния	8	11-12	0	0	17	
7.	Тема 7. Влияние длительности гидролиза на размер частиц диоксида кремния	8	13-14	0	0	17	
8.	Тема 8. Температурное влияние на осаждение частиц	8	15-16	0	0	17	
9.	Тема 9. Влияние концентрации суспензии на самосборку частиц	8	17-18	0	0	17	Письменная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Экзамен
	Итого			18	0	68	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Наноразмерные системы

лекционное занятие (3 часа(ов)):

История развития физики наноразмерных систем. Основные характеристики наночастиц и дисперсных систем. Размерный эффект. Образование кластеров, агрегатов наночастиц. Стабилизация наночастиц. Применение наноструктур и наноразмерных систем.

Тема 2. Методы создания наноструктур

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Классификация методов синтеза по принципам "сверху вниз" и "снизу вверх". Зондовые методы нанолитографии. Ионно-лучевая эпитаксия. Газофазное компактирование. Методы лазерного испарения. Диспергирование и измельчение. Нуклеация и агломерация. Химическая конденсация паров. Получение золей путем жидкофазного восстановления. Радиолиз. Матричный синтез.

Тема 3. Методы исследования наноструктур

лекционное занятие (4 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Особенности анализа высокодисперсных систем. Определение среднего размера частиц. Метод статического рассеяния света. Метод динамического рассеяния света. Определение состава и структуры отдельной наночастицы. Просвечивающая электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Магнитно-силовая микроскопия. Спектральные методы исследования.

Тема 4. Фотонные кристаллы

лекционное занятие (3 часа(ов)):

История развития фотонных кристаллов. Классификация фотонных кристаллов. Фотонная кристаллическая решетка. Зонная структура фотонных кристаллов. Применение фотонных кристаллов. Основные принципы вычисления характеристик фотонных кристаллов. Вычисление зонной структуры одномерных фотонных кристаллов. Вычисление зонной структуры двумерных и трехмерных фотонных кристаллов.

Тема 5. Методы синтеза фотонных кристаллов

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Термодинамические и кинетические аспекты гомогенного зародышеобразования. Кооперативные явления в системе наночастиц, агрегирование. Методы осаждения: вертикальный, естественная седиментация, центрифугирование, фильтрование с использованием мембран, электрофорез. Золь-гель технология. Поликонденсация. Влияние кислотности раствора. Реакция гидролиза.

Тема 6. Влияние концентрации реагентов на размер частиц диоксида кремния

лабораторная работа (17 часа(ов)):

Лабораторная работа "Влияние концентрации реагентов на размер частиц диоксида кремния"

Тема 7. Влияние длительности гидролиза на размер частиц диоксида кремния

лабораторная работа (17 часа(ов)):

Лабораторная работа "Влияние длительности гидролиза на размер частиц диоксида кремния"

Тема 8. Температурное влияние на осаждение частиц

лабораторная работа (17 часа(ов)):

Лабораторная работа "Температурное влияние на осаждение частиц"

Тема 9. Влияние концентрации суспензии на самосборку частиц

лабораторная работа (17 часа(ов)):

Лабораторная работа "Влияние концентрации суспензии на самосборку частиц"

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
5.	Тема 5. Методы синтеза фотонных кристаллов	8	9-10	подготовка к письменной работе	30	Письменная работа
9.	Тема 9. Влияние концентрации суспензии на самосборку частиц	8	17-18	подготовка к письменной работе	28	Письменная работа
	Итого				58	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции, лабораторные занятия , самостоятельная работа студента (подготовка к устному опросу, подготовка к отчету), консультации

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

Тема 1. Наноразмерные системы

экзамен

Тема 2. Методы создания наноструктур

экзамен

Тема 3. Методы исследования наноструктур

экзамен

Тема 4. Фотонные кристаллы

экзамен

Тема 5. Методы синтеза фотонных кристаллов

Письменная работа , примерные вопросы:

1. Что такое частицы и дисперсные системы? 2. Какие основные характеристики наночастиц и дисперсных систем? 3. Что такое размерный эффект? 4. Как образуются кластеры, агрегаты наночастиц? 5. Что такое стабилизация наночастиц? 6. Какие существуют методы создания наноструктур? 7. Что такое нуклеация и агломерация? 8. Какие существуют методы исследования наноструктур? 9. Какие особенности анализа высокодисперсных систем? 10. Как определяется средний размер частиц? 11. Как определяется состав и структура отдельной наночастицы? 12. Что такое фотонный кристалл?

Тема 6. Влияние концентрации реагентов на размер частиц диоксида кремния

экзамен

Тема 7. Влияние длительности гидролиза на размер частиц диоксида кремния

экзамен

Тема 8. Температурное влияние на осаждение частиц

экзамен

Тема 9. Влияние концентрации суспензии на самосборку частиц

Письменная работа , примерные вопросы:

1. Классификация фотонных кристаллов. 2. Запрещенная зона фотонных кристаллов. 3. Применение у фотонных кристаллов. 4. Основные принципы расчета характеристик фотонных кристаллов. 5. Зонная структура 1-D фотонных кристаллов. 6. Зонная структура 2-D фотонных кристаллов. 7. Зонная структура 3-D фотонных кристаллов. 8. Методы синтеза фотонных кристаллов. 9. Кооперативные явления в системе наночастиц и агрегирование. 10. Методы осаждения фотонных кристаллов. 11. Золь-гель технология.

Итоговая форма контроля

экзамен

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы к экзамену:

1. История развития физики наноразмерных систем. Основные характеристики наночастиц и дисперсных систем.

2. Размерный эффект. Образование кластеров, агрегатов наночастиц. Стабилизация наночастиц.

3. Применение наноструктур и наноразмерных систем.

4. Классификация методов синтеза по принципам "сверху вниз" и "снизу вверх".

5. Зондовые методы нанолитографии. Ионно-лучевая эпитаксия. Газофазное компактирование.

6. Методы лазерного испарения. Диспергирование и измельчение. Нуклеация и агломерация.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

7. Химическая конденсация паров. Получение золей путем жидкофазного восстановления. Радиолиз. Матричный синтез.

8. Особенности анализа высокодисперсных систем. Определение среднего размера частиц.

9. Метод статического рассеяния света. Метод динамического рассеяния света.

10. Определение состава и структуры отдельной наночастицы.

11. Просвечивающая электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия.

12. Атомно-силовая микроскопия. Магнитно-силовая микроскопия. Спектральные методы исследования.

13. История развития фотонных кристаллов. Классификация фотонных кристаллов.

14. Фотонная кристаллическая решетка. Зонная структура фотонных кристаллов.

15. Применение фотонных кристаллов. Основные принципы вычисления характеристик фотонных кристаллов.

16. Вычисление зонной структуры одномерных фотонных кристаллов. Вычисление зонной структуры двумерных и трехмерных фотонных кристаллов.

17. Термодинамические и кинетические аспекты гомогенного зародышеобразования. Кооперативные явления в системе наночастиц, агрегирование.

18. Методы осаждения: вертикальный, естественная седиментация, центрифугирование, фильтрование с использованием мембран, электрофорез.

19. Золь-гель технология. Поликонденсация.

20. Влияние кислотности раствора. Реакция гидролиза.

Указанные вопросы промежуточного контроля и экзамена направлены на развитие компетенций ПК-2, ПК-4, ПК-6, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-7, ПК-1)

7.1. Основная литература:

Климов, Василий Васильевич. Наноплазмоника / В. В. Климов .? Издание 2-е, исправленное .? Москва : Физматлит, 2010 .? 480 с. : ил., цв. ил. ; 22 см. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-9221-1205-5 ((в пер.)) , 700

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2204

Кульчин, Ю.Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем / Ю.Н. Кульчин. - М.: Физматлит, 2015. - 488 с.

https://e.lanbook.com/book/72018#book_name

Шпольский Э.В., Атомная физика. Том 1. Введение в атомную физику. - 'Лань', 2010. - 560 с. - ISBN: 978-5-8114-1005-7 // http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=442

7.2. Дополнительная литература:

Гаврилов А.В. и др. Дифракционная нанофотоника / [Гаврилов А. В., Головашкин Д. Л., Досколович Л. Л. и др.] ; под ред. В. А. Сойфер .- Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011 .- 679 с. : ил. ; 24 .- Библиогр. в конце гл. ? ISBN 978-5-9221-1237-6 ((в пер.)) , 400 .

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5296

Пархоменко Ю.Н. и др. Физика и технология приборов фотоники. Солнечная энергетика и нанотехнологии / Пархоменко Ю.Н., Полисан А.А.. Москва : МИСИС, 2013.? 142 с. : https://e.lanbook.com/book/47466#book_name

7.3. Интернет-ресурсы:

Вспомогательный материал - http://ab-initio.mit.edu/photons/tutorial/

Вспомогательный материал - http://www.elettra.trieste.it/experiments/beamlines/lilit/htdocs/people/luca/tesihtml/node14.html

Пакет для расчетов - http://ab-initio.mit.edu/wiki/index.php/MIT_Photonic_Bands

Пакет программ для расчёта зонных диаграмм фотонных кристаллов RSOFT BandSolve - http://www.rsoftdesign.com/products/component_design/BandSOLVE/

Программа и База данных "Спектра" - http://spectra.at.tut.by/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Методы синтеза и контроля оптических наноматериалов" 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.

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 по синтезу и исследованию фотонных кристаллов

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):
Гайнутдинов Р.Х. _____
Ахмадеев А.А. _____
Хамадеев М.А. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Нефедьев Л.А. _____
"__" _____ 201 __ г.