

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры общей физики  
протокол № 8 от «16» июня 2017 г.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой



/Балапанов М.Х.

\_\_\_\_\_/Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ФИЗИКО-ХИМИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ**

(наименование дисциплины)

Б1.В.ДВ.06.01, дисциплина по выбору

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки

**«Физика конденсированного состояния вещества»**

(наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация  
магистр

Разработчики (составители) профессор, д.ф.-м.н., профессор (должность, ученая степень, ученое звание)	 /_Балапанов М.Х.
---	--

Для приема: 2017 г.

Уфа 2017 г.

Составитель / составители: Балапанов М.Х.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики,  
протокол № 8 от «16» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_ / Балапанов М.Х.

## Список документов и материалов (оглавление)

1.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2.Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3.Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - <i>(Приложение №1)</i>	5(14)
4.Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	8
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	12
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	12
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	13
Приложение №1	14

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

При изучении дисциплины «Физико-химия наноматериалов» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ОК-1: способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ПК-2: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.

Для формирования указанных компетенций и освоения образовательной программы обучающийся должен показать следующие результаты обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<p>1. Знать : основные экспериментальные факты и теоретические представления по физике механических, электрических, оптических, диффузионных, тепловых и других физических характеристик наноматериалов, иметь представление о перспективах их практического применения</p> <p>2. знать причинно-следственные связи между химическим составом, кристаллическим строением, дефектной структурой и физическими свойствами наноматериалов.</p>	<p>способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1),</p> <p>способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2)</p>	
Умения	<p>1. Уметь: пользоваться основными законами физики конденсированного состояния для анализа механических, электрических, оптических, диффузионных, тепловых и других физических характеристик наноматериалов, предсказывать поведение наноматериалов при изменении тех или иных физических и химических факторов</p>	ОК-1 , ПК-2	
	<p>2. Уметь анализировать влияние различных физических и химических параметров на свойства наноматериалов с целью формирования заданных свойств для инновационных применений</p>	ОК-1 , ПК-2	
Владения (навыки / опыт деятельности)	<p>Свободно владеть знаниями и приемами физики конденсированного состояния вещества, необходимыми для решения научно-инновационных задач в области создания и применения наноматериалов</p>	ОК-1 , ПК-2	

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Физико-химия наноматериалов» относится к *вариативной* части рабочего учебного плана и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина изучается на 3 курсе во 3,4 семестрах.

*Цель курса* – углубить и расширить представления студентов о фундаментальных физических свойствах кристаллических твердых тел, полученные ими в рамках бакалавриата в курсе «Физика конденсированного состояния вещества», дать представления о классификации, способах получения, основных физических свойствах и практическом использовании нанокластеров и наноструктурных материалов.

Задача дисциплины – на основе анализа экспериментальных данных, используя современные теоретические модели, дать студентам понятия наноструктурного материала, типов наноструктурных материалов, ознакомить с методами их получения, способами аттестации материала, основными областями применения;

- научить студентов рациональному выбору способов получения наноматериала в зависимости от назначения материала;

- научить студентов владеть терминологией в области нанотехнологий и наноматериалов, методами аттестации наноматериалов.

Дисциплина «Физико-химия наноматериалов» продолжает ознакомление с результатами физических экспериментов и теоретическими представлениями в области физики конденсированного состояния, специализируясь на изучении проблем получения и исследования наноразмерных материалов физическими и химическими методами. Для освоения данной дисциплины студенту, кроме знаний по общей физике и высшей математике необходимы знания основ кристаллографии, основ химии, знания дефектов кристаллической структуры, физики металлов и сплавов, квантовой теории, физики конденсированного состояния.

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### Код и формулировка компетенции

**ОК-1** способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (знания)	знать причинно-следственные связи между химическим составом, кристаллическим строением, дефектной структурой и физическими свойствами наноматериалов.	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (умения)	1. Уметь: пользоваться основными законами физики конденсированного состояния для анализа механических, электрических, оптических, диффузионных, тепловых и других физических характеристик наноматериалов, предсказывать поведение наноматериалов при изменении тех или иных физических и химических факторов 2. Уметь анализировать влияние различных физических и химических параметров на свойства наноматериалов с целью формирования заданных свойств для инновационных применений	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (навыки)	Свободно владеть знаниями и приемами физики конденсированного состояния вещества, необходимыми для решения научно-инновационных задач в области создания и применения наноматериалов	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

**ПК-2-** способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в

инновационной деятельности.

Этап (уровень освоения компетенции)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (знания)	Знать : основные экспериментальные факты и теоретические представления по физике механических, электрических, оптических, диффузионных, тепловых и других физических характеристик наноматериалов, иметь представление о перспективах их практического применения	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (умения)	1. Уметь: пользоваться основными законами физики конденсированного состояния для анализа механических, электрических, оптических, диффузионных, тепловых и других физических характеристик наноматериалов, предсказывать поведение наноматериалов при изменении тех или иных физических и химических факторов	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
	2. Уметь анализировать влияние различных физических и химических параметров на свойства наноматериалов с целью формирования заданных свойств для инновационных применений				
Третий этап (владение навыками)	Свободно владеть знаниями и приемами физики конденсированного состояния вещества, необходимыми для решения научно-инновационных задач в области создания и применения наноматериалов	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	1. Знать : основные экспериментальные факты и теоретические представления по физике механических, электрических, оптических, диффузионных, тепловых и других физических характеристик наноматериалов, иметь представление о перспективах их практического применения 2. знать причинно-следственные связи между химическим составом, кристаллическим строением, дефектной структурой и физическими свойствами полупроводниковых материалов.	ОК-1 , ПК-2	Устный опрос, контрольная работа
2-й этап Умения	1. Уметь: пользоваться основными законами физики конденсированного состояния для анализа механических, электрических, оптических, диффузионных, тепловых и других физических характеристик наноматериалов, предсказывать поведение наноматериалов при изменении тех или иных физических и химических факторов	ОК-1 , ПК-2	Контрольная работа
	2. Уметь анализировать влияние различных физических и химических параметров на свойства наноматериалов с целью формирования заданных свойств для инновационных применений	ОК-1 , ПК-2	Реферат
3-й этап Владеть навыками	Свободно владеть знаниями и приемами физики конденсированного состояния вещества, необходимыми для решения научно-инновационных задач в области создания и применения наноматериалов	ОК-1 , ПК-2	Контрольная работа Доклад по избранной теме (реферат)

**Система контроля и оценивания успеваемости студента.**

В течение семестра усвоение студентами программы дисциплины проверяется с помощью устного опроса, выполнения контрольной работы и с помощью заслушивания докладов по выполненным рефератам.

**Примерные вопросы для рубежного контроля:**

***Примерные вопросы к зачету по спецкурсу «Физико-химия наноматериалов»***

1. Введение. Понятия «нанотехнологии», «наноматериалы».
2. Разновидности наноматериалов.
3. Классификация наноматериалов по агрегатному состоянию.
4. Классификация порошков по размерам частиц.

5. Размерные эффекты и особенности наноструктур. Магические числа.
6. Способы получения наноматериалов. Общая характеристика.
7. Получение наноматериалов с использованием твердофазных превращений.
8. Механические способы получения наноматериалов. Механохимические превращения.
9. Ударно-волновой синтез.
10. Наноструктурирование под действием давления со сдвигом.
11. Наноструктурирование путем кристаллизации аморфных структур.
12. Получение наноматериалов распылением расплавов
13. Получение наноматериалов методом испарения - конденсации
14. Получение наноматериалов по вакуум-сублимационной технологии.
15. Методы химического диспергирования
16. Получение наноматериалов электрохимическим методом
17. Способы консолидации наноразмерных порошков. Прессование. Динамическое прессование. Спекание. Горячее прессование.
18. Методы уплотнения при прессовании. Вибрации. Ультразвук. Импульсное термическое воздействие. Прокатка.
19. Размерные эффекты в наноматериалах. Влияние размеров кристаллитов на электронную (зонную) структуру материалов.
20. Механические свойства наноматериалов. Прочность и твердость.
21. Механические свойства наноматериалов. Пластичность. Ползучесть.
22. Стабильность наноматериалов. Рост зерен. Диффузия.
23. Тепловые эффекты в наноматериалах. Фононный спектр наноматериалов.
24. Плавление нанокластеров.
25. Теплоемкость нанокластеров.
26. Термическое расширение наноструктур.
27. Тонкие пленки.
28. Фуллерены. Получение. Классификация. Физические свойства.
29. Углеродные трубки. Получение. Классификация. Физические свойства.
30. Графен. Физические свойства. Применение.
31. Пример экзаменационного билета:

### **Текущий контроль**

В качестве средства текущего контроля применяется устный опрос в начале и в конце занятия.

#### **Вопросы для проведения текущего контроля**

1. Дайте определение нанотехнологии.
2. Какие объекты считаются наночастицами?
3. Дайте определение квантовой точки.
4. Дайте определение квантовой нити.
5. Дайте определение квантовой ямы.
6. Что называется кластером?
7. Охарактеризуйте понятие магических чисел.
8. Как зависит от размеров наночастиц температура плавления (например, золота)?
9. Охарактеризуйте зависимость химической активности от размеров частиц.
10. Как изменяется электронная структура вещества при уменьшении размеров частиц?
11. Что называется фуллереном? Сколько атомов может быть в молекуле фуллерена?
12. Опишите методы получения фуллеренов.

13. Чем интересны электрические свойства фуллеренов?
14. Перечислите несколько перспективных возможностей практического использования фуллеренов.
15. Охарактеризуйте строение углеродных нанотрубок.
16. Что называют хиральностью нанотрубок?
17. Опишите метод дугового синтеза углеродных нанотрубок.
18. Опишите лазерный синтез углеродных нанотрубок.
19. Чем интересны электрические свойства углеродных нанотрубок?
20. Охарактеризуйте механическую прочность углеродных нанотрубок.
21. Опишите устройство полевого транзистора на основе однослойной УНТ.
22. Для чего применяется метод Ленгмюра-Блоджетт?
23. Перечислите методы получения наночастиц из паровой фазы.
24. Опишите метод испарения-конденсации для получения наночастиц.
25. В чем заключается метод термоллиза для получения наночастиц?
26. Какие методы используются для получения наночастиц в жидких средах?
27. В чем заключается метод ПАВ для получения наночастиц?
28. В чем заключается метод золь-гель технологий для получения наночастиц?
29. Опишите явление самосборки наночастиц в монослой.
30. Дайте определение самоорганизации наноструктур.
31. Что называется спиннингованием?
32. Перечислите способы компактирования наночастиц.
33. Как получают наноструктурированные слои методом осаждения из паров?
34. Как получают наноструктурированные слои методом осаждения из плазмы?
35. Как получают наноструктурированные слои методом осаждения из коллоидного раствора?
36. Как влияют размеры частиц на фазовые превращения?
37. Как влияют размеры частиц на фоновый спектр изолированных частиц?
38. Как влияют размеры частиц на теплоемкость изолированных частиц?
39. Как влияют размеры частиц на оптические свойства изолированных частиц?
40. Как влияют размеры частиц на параметр решетки нанокристаллитов?

#### **Критерии оценивания устного ответа.**

Ответ засчитывается, если он дан по существу вопроса и в основном содержит необходимую информацию. Допускаются небольшие ошибки или незнание некоторых деталей.

Если ответ не засчитывается, студент должен представить на следующем занятии подробный письменный ответ на заданный вопрос.

#### **Рубежный контроль.**

##### **Критерии оценивания контрольной работы.**

- Оценка «зачтено» ставится, если студент выполнил 50 % заданий и более.
- Оценка «не зачтено» ставится, если студент выполнил менее 50 % заданий.

##### **Описание контрольной работы.**

Контрольная работа состоит из пяти заданий. Время выполнения – 45 минут.

##### **Варианты контрольной работы**

###### **Вариант 1.**

1. Опишите установку и процесс ударно-волнового синтеза.

2. Для чего применяется метод Ленгмюра-Блоджетт?

3. На рисунке 1 представлена схема установки для получения нанопорошков в импульсной плазме конденсаторного разряда. Раскройте обозначения (названия элементов установки).

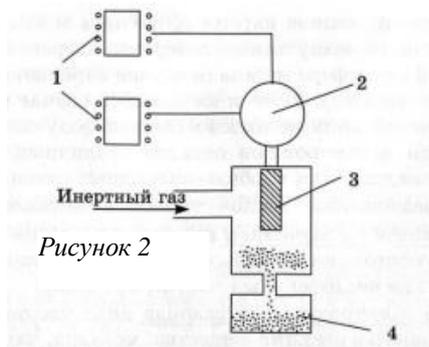


Рисунок 2

4. На рисунке 2 представлены оптические спектры нанокристаллов селенида кадмия с разным размером частиц.

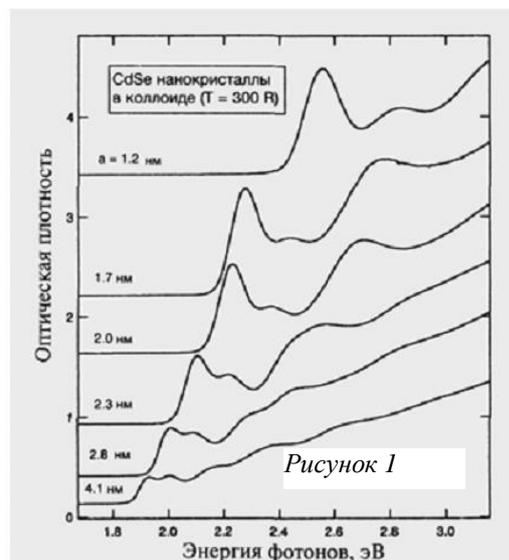


Рисунок 1

Сделайте выводы о влиянии размеров частиц на ширину запрещенной зоны материала.

5. Перечислите способы компактирования наночастиц.

### Вариант 2.

1. Что называют хиральностью нанотрубок?

2. Приведите примеры размерных эффектов в наноматериалах.

3. На рисунке 1 приведен масс-спектр кластеров свинца. Сделайте выводы из представленной зависимости. Как получают подобные спектры?

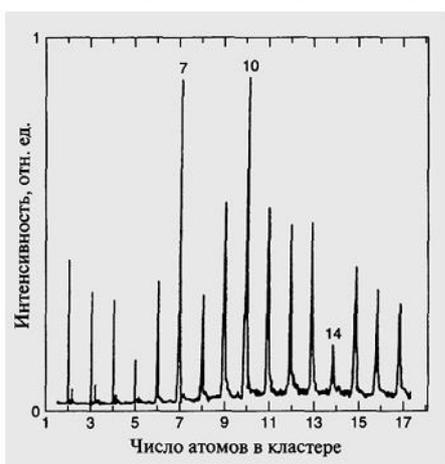


Рисунок 1

4. На рисунке 2 приведена схема установки для получения углеродных нанотрубок с помощью лазерного испарения. Раскройте неподписанный на схеме элемент установки.

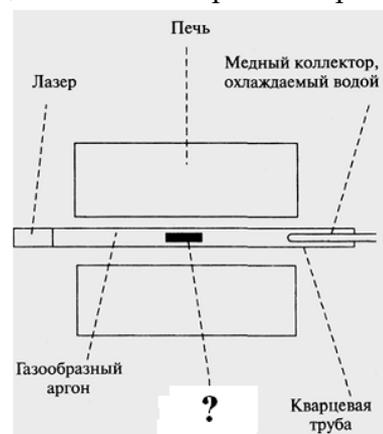


Рисунок 2

5. Дайте определение самоорганизации наноструктур.

### Примерные темы рефератов и докладов:

1. Практическое применение фуллеренов.
2. Биочипы.
3. Наноструктурированная керамика.
4. Фотонные кристаллы.
5. Нанопористые материалы.
6. Супермолекулы и супрамолекулярные ансамбли.
7. Наностекло как новая запоминающая среда.
8. Формирование полупроводниковых и металлических нановолокон и спиралей.
9. Ленгмюровские пленки как новый перспективный резистивный материал для нанолитографии.

10. Сверхрешетки из квантовых точек – новые возможности для приложений.
11. Природные нанокристаллы.
12. Сверхпроводимость в фуллеренах.
13. Гигантское и колоссальное магнетосопротивление в наноструктурах.
14. ДНК как сдублированная нанопроволока.
15. Лазеры на квантовых точках.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература:

1. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Старостин .— 4-е изд.(эл.) .— СПб. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 .— 434 с. — (Нанотехнологии) .— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .— ISBN 978-5-9963-2601-3 .— <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=63589](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=63589)>.
2. Ч. Пул, Ф. Оуэнс . Нанотехнологии. — 5-е изд., испр. и доп. — М. : Техносфера, 2010 .— 336 с. (в библ. БашГУ 14 экз.)
3. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури .— 5-е изд., эл. — Москва : Лаборатория знаний, 2017 .— 368 с. — (Нанотехнологии) .— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .— ISBN 978-5-00101-474-4 .— <URL:<https://e.lanbook.com/book/94117>>.

#### Дополнительная литература:

4. Гусев, Александр Иванович. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев .— Изд. 2-е, испр. — М. : Физматлит, 2009 .— 416 с. (5 экз.)
5. Рамбиди, Николай Георгиевич. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин .— М. : Физматлит, 2009 .— 456 с. (5 экз.)
6. Рамбиди, Николай Георгиевич. Структура и свойства наноразмерных образований. Реалии современной нанотехнологии / Н. Г. Рамбиди .— Долгопрудный : Интеллект, 2011 .— 376 с. (5 экз.)
8. Андриевский, Р. А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы [Электронный ресурс] / Р. А. Андриевский .— 3-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2017 .— 255 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .— ISBN 978-5-00101-475-1 .— <URL:[https://e.lanbook.com/book/94128#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/94128#book_name)>.

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет.

Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>

2. Электронная библиотечная система .Университетская библиотека онлайн. - Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. —<https://biblioclub.ru/>

3. Электронная библиотечная система издательства .Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>

4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

## **6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа: № 318 (физмат корпус)	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.
<i>учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, л.118 (физмат корпус – учебное)</i>	Лабораторные работы	Учебная мебель, комплекс лаборатории изучение наноэдыюкатора (класс по изучению наноэлектроники) 1. Windows 8 Russian. Windows Professiona 1 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г.2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014
компьютерный класс № 412 (физмат корпус)	Лабораторные занятия	1) Компьютеры в сборе DELL E2214Hb – 15 шт 2) Столы компьютерные-15 шт. 3) Стулья ученические-22 шт. 4) Доска ауд.-1шт, инв.2101067124
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины « Физико-химия наноматериалов» на 3,4 семестр  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Общий объем дисциплины	Часы на 3-й семестр	Часы на 4-й семестр
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144	2/72	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	54.9	30.2	24.7
лекций	30	18	12
практических/ семинарских	-	-	-
лабораторных	24	12	12
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,9	0.2	0.7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	89.1	41.8	47.3
Учебных часов на подготовку к зачету (Контроль)	0	0	0

Форма контроля:  
зачет 3,4 семестр  
реферат 4 семестр

№ п.п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов:				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости
		лекции, практические семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Понятие о нанотехнологии. Определение наночастицы. Классификация нанообъектов. Размерные эффекты и свойства нанообъектов (наноструктур). Проблемы стабильности наноструктур.	2			6	1 (§§1.1-1.4). 2 (Введение, §1). 4. (§2.1)	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос КР
2	<u>Характерные особенности нанообъектов.</u> Кристаллическая решетка и магические числа. Геометрическая структура наночастиц. Химическая активность и пассивация наночастиц. Электронная структура нанокластеров. Оптические свойства полупроводниковых наночастиц. Размерные эффекты и особенности наноструктур. Магические числа. Размерность объекта и электроны проводимости. Плотность электронных состояний в наночастицах. Свойства, зависящие от плотности состояний.	4		4	10	1 (§§1.5)	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме. Выполнение домашних заданий по практическим занятиям.	Устный опрос КР
3	Функциональные и конструкционные наноматериалы. Углеродные наноструктуры. Фуллерены. Методы получения и разделения фуллеренов. Применение фуллеренов. Углеродные нанотрубки. Индексы хиральности, угол сворачивания. Методы получения нанотрубок. Электрические свойства нанотрубок. Механические свойства нанотрубок. Применение углеродных нанотрубок.	4		4	10	1 (§§2.1)	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме. Выполнение домашних заданий по практическим занятиям	Устный опрос КР

	Графен. Физические свойства. Применение. Графен.							
4	Ленгмюровские молекулярные пленки. Общие сведения. Перенос монослоев на твердые тела. Формирование мультислойных пленок Ленгмюра-Блоджетт. Свойства ленгмюровских пленок.	2		8	1 (§§2.2)	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос	
5	Гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов. <u>Методы получения наночастиц из паровой фазы</u> (метод испарения- конденсации, термолиз). <u>Получение наночастиц в жидких средах</u> (использование ПАВ, методы восстановления и разложения в растворах, метод восстановления с использованием импульсного лазера, метод разложения, электрический разряд в растворе, золь-гель технологии).	4	4	8	1 (§3.1)  1 (§§3.2.1, 3.2.2, 3.2.3).	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме. Выполнение домашних заданий по практическим занятиям	Устный опрос КР	
6	<u>Получение упорядоченных структур наночастиц.</u> Самособранные монослои и мультислой. Упорядоченные решетки наночастиц в коллоидных суспензиях. Самоорганизованные коллоидные структуры. Получение гибридных полимер-неорганических нанокомпозитов золь-гель методом. Электрические и оптические свойства гибридных нанокомпозитов.	2		8	1 (§§3.3.1, 3.3.2, 3.3.3)  1 (§3.4.1, 3.4.2, 3.4.3., 3.4.5, 3.4.6 )	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме. Выполнение домашних заданий по практическим занятиям	Устный опрос	
7	Наноструктурированные материалы. <u>Разупорядоченные твердотельные наноструктуры.</u> Наноструктурирование методом компактирования (статическое и динамическое сжатие, магнитно-импульсное сжатие, ультразвуковое прессование, спекание СВЧ – излучением). Получение наноструктурированного металла кристаллизацией из аморфного состояния (спиннингование). Получение наноструктурированного слоя гальваническим способом. Получение наноструктурированного слоя способом	3	4	9	1 (§§ 3.5.1, 3.5.2)  1 (§§ 3.5.3)  1 (§§ 3.5.4)	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.  Выполнение домашних заданий по практическим занятиям	Устный опрос КР	

	осаждения из паров, плазмы, коллоидного раствора.							
8	Свойства изолированных наночастиц и нанокристаллических порошков. Влияние размеров частиц на структурные и фазовые превращения. Уменьшение периода решетки у нанокристаллитов. Влияние размеров частиц на фононный спектр и теплоемкость. Влияние размеров частиц на магнитные свойства. Влияние размеров частиц на оптические свойства.	2		4	8	2 (§§ 4.1) 2 (§§ 4.2) 2 (§§ 4.3) 2 (§§ 4.4) 2 (§§ 4.4)	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме. Выполнение домашних заданий по практическим занятиям	Устный опрос
9	Свойства твердотельных наноструктур. Дефекты и напряжения в наноструктурах. Структурные фазовые переходы в наноструктурах.	2			8	2 (§§ 6.1) 2 (§§ 6.2) 2 (§§ 6.3)	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме. Выполнение домашних заданий по практическим занятиям	Устный опрос КР
10	Влияние размеров зерен и границ на свойства компактных (объемных нанокристаллических) материалов. Механические свойства. Тепловые и электрические свойства. Магнитные свойства.	4		4	8	2 (§§ 6.1) 2 (§§ 6.2) 2 (§§ 6.3)	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме. Выполнение домашних заданий по практическим занятиям	Устный опрос
11	Перспективы практического использования нанотехнологий. Одноэлектронные устройства на квантовых точках.	1			6.1	1 (§§1.5) 3(5.5, 6.2.6., 13.1-13.3)	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме. Выполнение домашних заданий по практическим занятиям	Устный опрос Реферат
	Всего часов:	30		24	89.1			
	ФКР:	0.9 часов						
	<b>ИТОГО :</b>	<b>144 часа</b>						

*Примечание 1.* Сокращение в таблице: КР – контрольная работа.

