

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 3 от « 19 » января 2021 г.

Зав. кафедрой  /Мулюков Р.Р.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института

 /Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина **Физика и химия наноматериалов и наносистем**


Дисциплины по выбору Б1.В.08 Часть, формируемая участниками образовательных отношений

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)  
28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль) подготовки  
Объемные наноструктурные материалы

Квалификация  
Бакалавр

|   |  |
|---|--|
| Разработчик (составитель) доцент, к.ф.-м.н. |  / Валеева А.Х |
|---|--|

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составитель / составители: к.ф.-м.н., доцент Валеева А.Х

Рабочая программа дисциплины *утверждена* на заседании кафедры протокол от « 19 » января 2021 г. № 3

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры протокол № 7 от « 10 » июня 2021 г.

Заведующий кафедрой



/ Мулюков Р.Р.

## Список документов и материалов

|  |    |
|--|----|
| 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)  | 5  |
| 4. Фонд оценочных средств по дисциплине  | 5  |
| 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  | 5  |
| 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  |
| 4.3. Рейтинг-план дисциплины   | 22 |
| 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины   | 23 |
| 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины  | 23 |
| 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины  | 24 |
| 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине   | 24 |
| Приложение 1   | 25 |

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

Изучение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

-способности применять базовые знания математических и естественнонаучных дисциплин, дисциплин общепрофессионального цикла в объеме, необходимом в профессиональной деятельности, основных законов соответствующих наук, разработанных в них подходов, методов и результатов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1);

-способности применять основы методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз, а также физических и химических процессов в них или с их участием (ОПК-3);

-способности использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности в области материаловедения и технологии наноматериалов и наносистем (ПК-1);

-способности использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой (ПК-2).

| Результаты обучения                   |  | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
|---------------------------------------|--|--|------------|
| Знания                                | 1. Знать основы создания наносистем и наноматериалов различными группами методов.  | ОПК-1                                      |            |
|                                       | 2. Знать общие закономерности процессов образования наносистем и наноматериалов.   | ОПК-1                                      |            |
|                                       | 3. Знать об изменении свойств веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние   | ОПК-1, ОПК-3                               |            |
| Умения                                | 1. Использовать знания при исследовании структуры наноматериалов и наносистем  | ОПК-1, ПК-2                                |            |
|                                       | 2. Использовать знания при исследовании физико-химических свойств наноматериалов и наносистем  | ОПК-3                                      |            |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | 1. Способности использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние.   | ОПК-3, ПК-2                                |            |
|                                       | 2. Способности использовать на практике современные представления наук о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой, моделирования, а также теоретического анализа наносистем. | ПК-2                                       |            |

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

Дисциплина «Физика и химия наноматериалов и наносистем» является дисциплиной по выбору вариативной части ООП ВО по направлению подготовки 28.28.02 "Наноматериалы", профиль "Конструкционные и функциональные наноматериалы".

Дисциплина изучается на 3 курсе в 1 семестре.

Целью освоения дисциплины «Физика и химия наноматериалов и наносистем» является приобретение профессиональных знаний в области нанофизики и нанохимии, подготовка к научно-исследовательской и педагогической деятельности, связанной с использованием методов нанотехнологий, ознакомление с химическими основами систем пониженной размерности, с особенностями энергетического спектра и переноса частиц в многослойных структурах с резкими потенциальными границами, с основными методами получения и исследования наноструктур. В результате освоения данной дисциплины должны быть сформированы представления о современных проблемах в области нанофизики и нанохимии, сформирован комплекс фундаментальных представлений, составляющих основу наиболее востребованных в настоящее время дисциплин - нанохимии и нанотехнологии, сформировано понимание общих и наиболее важных закономерностей наноразмерных систем. Знания и умения, полученные в результате освоения курса «Физика и химия наноматериалов и наносистем» позволяют проводить исследования структуры и свойств наноструктурных материалов.

Дисциплина «Физика и химия наноматериалов и наносистем» - одна из дисциплин профиля, непосредственно формирующих умения проводить самостоятельные научные исследования.

По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с теоретической механикой, физикой конденсированного состояния.

Объем дисциплины «Физика и химия наноматериалов и наносистем» составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов, в том числе 91.2 часа, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем. Итоговая форма контроля: экзамен (по всей дисциплине).

## 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 ОПК-1

-способности применять базовые знания математических и естественнонаучных дисциплин, дисциплин общепрофессионального цикла в объеме, необходимом в профессиональной деятельности, основных законов соответствующих наук, разработанных в них подходов, методов и результатов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1)

| 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»)                     |
|                                     |   | Студент набрал от 0 –до 44 баллов        | Студент набрал от 45 – до 59 баллов | Студент набрал от 60 – до 79 баллов | Студент набрал от 80 – 100 баллов |

|                         |   |   |  |  |  |
|-------------------------|---|---|--|--|--|
| Первый этап<br>(знания) | <p>Знать основы создания наносистем и наноматериалов различными группами методов.</p> <p>Знать общие закономерности процессов образования наносистем и наноматериалов.</p> <p>Знать об изменении свойств веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние</p> | Студент проявляет непонимание и крайне неполные знания основных понятий, законов и методов. Не может ответить ни на один дополнительный вопрос. | Студент допускает существенные ошибки в толковании основных понятий и законов. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Теоретические вопросы в целом излагаются достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на задание. | Студент допускает неточности в определении основных понятий и законов.           | Студент демонстрирует полные знания терминологии, основных понятий, законов. Студент без затруднений отвечает на все дополнительные вопросы. |
| Второй этап<br>(умения) | Использовать знания при исследовании структуры наноматериалов и наносистем  | Обнаружено отсутствие умений применения теоретических знаний при выполнении практических заданий.   | Заметны провалы в знаниях основных методов исследований.   | При выполнении практических заданий допускаются студентом несущественные ошибки. | Умеет применять теоретические знания при выполнении практических заданий.  |

### Код и формулировка компетенции **ПК-2**

– способность использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой.

| Этап<br>(уровень)<br>освоения<br>компетенции | Планируемые результаты обучения<br>(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения   |   |   |   |
|--|--|--|---|---|---|
|  |  | 2 («Не удовлетворительно»)   | 3 («Удовлетворительно»)   | 4 («Хорошо»)  | 5 («Отлично»)   |
|  |  | Студент набрал от 0 – до 44 баллов   | Студент набрал от 45 – до 59 баллов   | Студент набрал от 60 – до 79 баллов   | Студент набрал от 80 – 100 баллов   |
| Второй этап<br>(умения)                      | Использовать знания при исследовании структуры наноматериалов и наносистем.                      | Не показывает сформированные умения анализировать физические явления и процессы на наноуровне. | Умеет анализировать физические явления и процессы, но испытывает сложности со связью теории и конкретной профессио- | Умеет анализировать физические явления и процессы для решения профессиональных задач, но допускает незначительные | Умеет анализировать физические явления и процессы для решения профессиональных задач в области нанонауки. |

|                                 |   |   |  |  |   |
|---------------------------------|---|---|--|--|---|
|                                 |   |   | нальной задачей.   | ошибки.  |   |
| Третий этап (владение навыками) | Способности использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние. Способности использовать на практике современные представления наук о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой, моделирования, а также теоретического анализа наносистем. | Не способен использовать необходимый физико-математический аппарат для решения профессиональных задач в области нанонауки | В целом владеет навыками использования физико-математического аппарата для решения профессиональных задач в области нанонауки, но допускает значительные ошибки. | Владеет навыками использования физико-математического аппарата для решения профессиональных задач в области нанонауки, но допускает незначительные ошибки. | Способен использовать физико-математический аппарат для решения профессиональных задач в области нанонауки. |

### Код и формулировка компетенции **ОПК-3**

– способности применять основы методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз, а также физических и химических процессов в них или с их участием (ОПК-3);

| 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»)  |
|                                     |   | Студент набрал от 0 – до 44 баллов  | Студент набрал от 45 – до 59 баллов   | Студент набрал от 60 – до 79 баллов   | Студент набрал от 80 – 100 баллов  |
| Первый этап (знания)                | Знать об изменении свойств веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние     | Имеет фрагментарные знания об основных понятиях/  | В целом знает основные понятия, но допускает значительные ошибки  | Знает основные понятия, но допускает незначительные ошибки  | Знает основные понятия,  |
| Второй этап (умения)                | Использовать знания при исследовании физико-химических свойств наноматериалов и наносистем    | Не показывает сформировавшиеся умения работать с простейшими приборами, схемами; понимания принципа их действия; не ориентируется в современной технике и технологиях с целью их освоения | Умеет работать с простейшими приборами, схемами, которые могут быть применены при заданной методике эксперимента, но не понимает суть их работы, не ориентируется в современной технике и технологиях с целью их освоения | Способен работать с простейшими приборами, схемами; понимать принцип их действия; ориентироваться в современной технике и технологиях с целью их освоения и внедрения для решения | Уверенно работает с простейшими приборами, схемами, которые могут быть применены при заданной методике эксперимента; понимает принцип их действия; ориентируется в современной |

|                                 |   |   |  |  |   |
|---------------------------------|---|---|--|--|---|
|                                 |   | ния и внедрения для решения поставленной задачи             | нологиях   | ния поставленной задачи, но испытывает трудности со связью теоретических основ и конкретной задачи           | технике и технологиях с целью их освоения и внедрения для решения поставленной задачи |
| Третий этап (владение навыками) | Способности использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние. | Не способен выполнить поставленную экспериментальную задачу | Владеет приемами и методами решения поставленных экспериментальных задач, но допускает значительные ошибки | Владеет приемами и методами решения поставленных экспериментальных задач, но допускает незначительные ошибки | Владеет приемами и методами решения поставленных экспериментальных задач.             |

**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<br>Знания           | 1. Знать основы создания наносистем и наноматериалов различными группами методов.   | ОПК-1        | Тестирование №1, №2<br>Лабораторные работы (в лабораториях ИПСМ РАН).<br>Экзамен.  |
|                              | 2. Знать общие закономерности процессов образования наносистем и наноматериалов.  | ОПК-1        |  |
|                              | 3. Знать об изменении свойств веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние  | ОПК-1, ОПК-3 |  |
| 2-й этап<br>Умения           | 1. Использовать знания при исследовании структуры наноматериалов и наносистем   | ОПК-1, ПК-2  | Тестирование №1, №2<br>Лабораторные работы (в лабораториях ИПСМ РАН).<br>Экзамен.  |
|                              | 2. Использовать знания при исследовании физико-химических свойств наноматериалов и наносистем   | ОПК-3        |  |
| 3-й этап<br>Владеть навыками | 1. Способности использовать на практике современные представления наук о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии | ПК-2         | Тестирование №1, №2,<br>Лабораторные работы (в лабораториях ИПСМ РАН).<br>Экзамен. |



|  |  |             |  |
|--|--|-------------|--|
|  | наноматериалов и наносистем с окружающей средой, моделирования, а также теоретического анализа наносистем.   |             |  |
|  | 2. Способности использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние. | ОПК-3, ПК-2 |  |

### Экзаменационные билеты

#### Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов, на которые студент должен в течение 60 – 90 минут дать письменный развернутый ответ.

#### Примерные вопросы для проведения экзамена:

1. Что представляют собой наноматериалы?
2. Дайте определения терминов: наночастица, наносистема, нанокompозит, нанонаука, нанотехнология.
3. Классификация наноразмерных систем.
4. Квантовые наноструктуры с размерностью 0D-, 1D-, 2D-. Возможно ли получение структур с дробной размерностью:  $1 < D < 2$  или  $2 < D < 3$ ? Приведите примеры.
5. Можно ли и на основании каких критериев молекулу ДНК рассматривать как нанообъект?
6. Типы композиционных наноматериалов. Костная ткань как биологический нанокompозит.
7. Назовите наиболее характерные особенности наноматериалов?
8. Назовите разновидности наноматериалов?
9. Как по степени структурной сложности подразделяются наноматериалы?
10. Что представляют собой наночастицы? Какие материалы относятся к наночастицам?
11. Что представляют собой наноструктурные материалы?
12. Какие материалы относятся к консолидированным материалам?
13. Какие материалы относятся к нанодисперсиям?
14. Какие основные способы получения наночастиц вы знаете?
15. Основные технологические подходы, используемые для получения наноразмерных структур. Почему используют именно эти подходы?
16. Диспергационные и конденсационные методы синтеза нанопорошков и консолидированных наноматериалов.
17. Для получения каких наноматериалов используется метод интенсивной пластической деформации?
18. Способы получения нанопорошка, состоящего из частиц, примерно одинаковых по размеру.
19. Методы синтеза углеродных нанотрубок.
20. Объясните сущность темплатного синтеза нановеществ.
21. Объясните сущность метода диспергирования в дуговом электрическом разряде.
22. Объясните сущность метода механического диспергирования.
23. Объясните сущность метода акустического диспергирования.
24. Объясните сущность метода детонационного диспергирования.
25. Объясните сущность метода диспергирования металлов электрическим импульсом.
26. Объясните сущность метода электрогидродинамического диспергирования.
27. Объясните сущность золь-гель-метода. Основы. Стадии. Разновидности.
28. Объясните сущность комбинированных методов синтеза наночастиц.

29. Объясните сущность механохимического синтеза наночастиц.
30. Мицеллярные методы синтеза наночастиц.
31. Объясните, чем отличается нанонаука от нанотехнологии.
32. Что может служить источником энергии для наномоторов?
33. Приведите пример природного нанодвигателя.
34. Опишите устройство наномотора, преобразующего световую энергию в механическую работу.
35. Дайте определение наномедицине.
36. Почему алмаз самопроизвольно не превращается в графит при комнатной температуре? Зачем для этой реакции необходимо высокое давление?
37. Приведите примеры, подтверждающие отличие свойств наноалмаза от обычного алмаза.
38. Какие свойства наноалмазов обеспечивают им широкое практическое применение?
39. Почему при осаждении газообразного углерода практически не образуется высших фуллеренов?
40. Перечислите основные способы синтеза углеродных нанотрубок.
41. Что общего есть у всех аллотропных наночастиц углерода?
42. Прибор, позволяющий не только исследовать наносистемы, но и создавать их, манипулируя отдельными атомами. Принцип его работы.
43. Методы исследования механических свойств наноматериалов.
44. Возможности и ограничения спектроскопических методов исследования наноструктурированных объектов.
45. Сущность метода газовой адсорбции. Насколько точную информацию о размерах частиц нанопорошка позволяет получить данный метод?
46. Почему для объяснения особых свойств вещества в наноразмерном состоянии вспоминают о свойствах поверхности? Чем поверхность отличается от объема вещества?
47. Поверхностная энергия. Методы определения поверхностных энергий твердых тел.
48. Как можно объяснить тот факт, что для наночастиц золота при изменении диаметра от 20 до 2 нанометров температура плавления понижается более чем в два раза?
49. Условия, необходимые для самоорганизации наноразмерных структур.
50. Основные проблемы, которыми занимается наука нанохимия.
51. Влияние размера частиц на особенности химических свойств вещества и на реакционную способность.
52. Причины низкой устойчивости наноразмерных систем. Способы обеспечения их стабильности.
53. Изменение магнитных свойств вещества при переходе в наноразмерное состояние. Почему это происходит?
54. Возможности использования наночастиц в каталитических процессах. Приведите примеры.
55. Наноматериалы какого класса называют "молекулярными ситами"? В каких технических процессах они могут быть использованы?
56. Использование нанотехнологии в различных областях медицины и возможные пути использования в будущем. Улучшение хирургического инструментария на основе нанотехнологий.
57. Использование нанотехнологии при создании топливных элементов. Приведите примеры.
58. Области практического применения углеродных нанотрубок.

**Образец экзаменационного билета:**  
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра наноматериалов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8  
по дисциплине Физика и химия наноматериалов и наносистем  
Направление/специальность 28.03.03 «Наноматериалы»  
Профиль/Программа/Специализация Объемные наноструктурные материалы

1. Классификация наноразмерных систем.
2. Использование нанотехнологии при создании топливных элементов.

Утверждено на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_  
(дата)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

**Критерии оценки (в баллах):**

– **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы;

– **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности;

– **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос;

– **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Тестовые задания**  
**Структура тестов №1 и №2**

Тесты состоят из тестовых вопросов в каждом из них. Различаются уровнем сложности. Студент, выполнивший первый тест, допускается ко второму. На выполнение теста отводится 1 час времени. В каждом вопросе несколько вариантов ответа, только один из них правильный.

**Тест №1**

1. Что означает слово «нано»?
  - a) одну девятую часть
  - b) одну сотую часть
  - c) одну миллиардную часть
2. Наночастицы имеют размер:
  - a) от одного до ста нанометров
  - b) от одного до двух нанометров

- c) от одного до миллиарда нанометров
3. Что такое способ получения наночастиц «сверху вниз»?
- исходный материал бросают с большой высоты, и он распадается на наночастицы
  - исходный материал измельчают до тех пор, пока его частицы не станут наноразмерными
  - на исходный материал сверху бросают что-нибудь тяжелое, и он распадается на наночастицы
4. Что такое способ получения наночастиц «снизу вверх»?
- исходный материал подбрасывают вверх и он распадается на наночастицы
  - исходный материал сверлят снизу до получения наночастиц
  - наночастицы получают, объединяя отдельные атомы
5. Какими инструментами пользуются нанотехнологи?
- оптическим микроскопом
  - зондовым микроскопом
  - пилой и топором
6. Наношприц сделан на основе:
- нанотрубки
  - фуллерена
  - молекулы искусственного белка
7. Как называется устройство для сборки наномеханизмов?
- дизассемблер
  - ассемблер
  - икосаэдр
8. Какие ученые занимаются изучением и созданием наноматериалов?
- философы и филологи
  - социологи и экономисты
  - физики, химики, биологи и специалисты по компьютерным наукам
9. Фуллерен состоит из атомов:
- кислорода
  - водорода
  - углерода
10. Молекула фуллерена C<sub>60</sub> похожа:
- на футбольный мяч
  - на спираль
  - на дерево
11. Фуллерены и углеродные нанотрубки получают из:
- графита
  - алмаза
  - бумаги
12. При какой температуре образуются фуллерены и нанотрубки?
- при низкой температуре
  - при комнатной температуре
  - при высокой температуре
13. Толщина однослойной углеродной нанотрубки:
- миллион атомов углерода
  - сто атомов углерода
  - один атом углерода
14. Углеродная нанотрубка:
- втягивает в себя жидкости и газы
  - выталкивает из себя жидкости и газ
  - никак не реагирует на жидкости и газы
15. Из одной единственной нанотрубки можно сделать:

- a) телевизор
  - b) радио
  - c) телефон
16. Наночастицы какого металла эффективно борются с бактериями и вирусами?
- a) железа
  - b) серебра
  - c) алюминия
17. Как называют покрытия из наночастиц диоксида кремния?
- a) самозагрязняющимися
  - b) самообучающимися
  - c) самоочищающимися
18. Как называется металл, который сам себя защищает от высокой температуры?
- a) потеющий металл
  - b) мерзнувший металл
  - c) защищенный металл
19. Кластер с числом атомов 13, 55, 147, 309, 561, 923, 1415 и т.д. называется:
- a) волшебным
  - b) чудесным
  - c) магическим
20. Микросхемы создают, формируя рельеф:
- a) на золотой пластине
  - b) на кремниевой пластине
  - c) на деревянной пластине
21. Сколько молекул пахучего вещества должен обнаруживать электронный нос?
- a) сто
  - b) десять
  - c) одну
22. Сколько наноавтомобилей помещается на стоянке площадью в один квадратный миллиметр?
- a) пять
  - b) тысяча
  - c) десять миллиардов
23. Слово «сенсор» означает:
- a) датчик
  - b) проигрыватель
  - c) записывающее устройство
24. Электронный нос — это:
- a) сложное громоздкое устройство
  - b) чип с наносенсорами площадью около двух квадратных миллиметров
  - c) воздушный шарик
25. Газоанализатор в аэропорту определяет по запаху:
- a) не провозит ли пассажир взрывчатку или наркотики
  - b) что пассажир ел на завтрак
  - c) когда пассажир в последний раз принимал душ
26. Сенсоры:
- a) реагируют на изменения окружающей среды, имитируя органы чувств человека и животных
  - b) изменяют окружающую среду
  - c) предотвращают изменения окружающей среды
27. Электронный язык:
- a) определяет сладкий вкус
  - b) определяет кислый вкус

- с) определяет сочетания сладкого, кислого, горького и соленого, как язык человека
28. Умная одежда в будущем:
- будет думать за человека
  - будет следить за самочувствием человека
  - будет писать стихи
29. Нанoeлектроника занимается созданием интегральных схем с размерами:
- менее ста нанометров
  - менее десяти тысяч нанометров
  - менее миллиметра
30. Умная пыль:
- следит за изменениями среды вокруг себя и сообщает об этом человеку
  - загрязняет окружающую среду, собираясь в самом чистом месте
  - очищает окружающую среду, собирая обычную пыль
31. С помощью нанобиотехнологии можно создавать лекарства:
- специально для каждого человека, учитывая особенности его организма
  - одно лекарство от всех болезней для всех людей
  - в эпоху нанотехнологии лекарства людям будут не нужны
32. Медицинские нанороботы будут:
- разбирать больной орган человека на отдельные клетки, удалять больные клетки, а потом собирать орган
  - лечить больные клетки человека, двигаясь по его кровеносным сосудам
  - заменят людей-врачей и будут вести прием в поликлинике
33. В микроскоп видно, что поверхность листьев лотоса:
- абсолютно гладкая
  - покрыта ровными бороздками
  - сплошь покрыта выпуклыми бугорками
34. Со стекла с «эффектом лотоса»:
- скатываются капли воды, а грязь задерживается
  - скатываются и капли воды, и частицы любой грязи
  - скатываются частицы грязи, а вода задерживается
35. Лапки геккона покрыты:
- миллионами волосков, расщепленных на миллиарды нановолокон
  - сотнями крошечных шишечек
  - ничем не покрыты, совершенно гладкие
36. «Geckel» — это материал, в котором:
- клей геккона соединен со способом передвижения мидий
  - клей мидий соединен со способом передвижения геккона
  - это новый сорт мороженого
37. Биокomпьютер состоит:
- из живых клеток
  - из муравьев
  - из цветов
38. Чему можно научить «программируемые» бактерии:
- танцевать
  - сообщать о вторжении в человеческий организм вирусов и болезнетворных бактерий
  - играть в нанофутбол
39. Что скрывается под словом «нанобиореактор»:
- растение
  - дельфин
  - бактерия или вирус

40. В клетках дрожжевых бактерий можно вырастить микрокристаллины кадмия и лантана размером:
- 2 нанометра
  - 2 микрометра
  - 2 миллиметра

41. Как можно использовать в нанотехнологиях вирус табачной мозаики?
- в качестве наномозаики
  - в качестве наноконтейнера и наноэлектрода
  - в качестве наноклея

### Тест № 2

1. Один нанометр равен чему? Укажите арифметически правильный ответ...
- Одна миллионная сантиметра
  - Одна миллионная миллиметра
  - Одна тысячная ангстрема
  - Одна триллионная мили
  - Сто ангстрем
  - Десять пикометров
  - Одна миллиардная парсека
  - Одна сотысячная дюйма
  - Одна тысячная фута
  - Одна миллиардная морского узла
2. Какой из размеров ближе всего к 1 нанометру
- диаметр молекулы фуллерена
  - вандерваальсовый радиус молекулы кислорода
  - длина молекулы ДНК
  - диаметр кишечной палочки
  - толщина лапы муравья
  - длина волны излучения бытовой микроволновой печи
  - радиус квантовой точки на основе халькогенида кадмия
3. Из какого языка произошла приставка "нано" и что она означает?
- из древнеславянского и означает "солнечная пылинка"
  - из тюркского и означает "жадный"
  - из немецкого и означает "крошка"
  - из греческого и означает "гном, карлик"
  - из латыни и означает "глубина, топь"
  - из английского и означает "мера, деление"
  - из французского и означает "утренний ежик"
  - из санскрита и означает "дитя, ребенок"
  - из иврита и означает "богатый"
4. Какие из эффектов нехарактерны для нанообъектов? Выберите наиболее подходящий ответ...
- Туннелирование
  - Квантование (квантоворазмерные эффекты)
  - Повышенная химическая активность
  - Повышенная концентрация (точечных и протяженных) дефектов
  - Повышенная концентрация "оборванных" связей
  - Свечение (люминесценция) в видимой области
  - Притяжение к постоянному магниту
5. Какой из перечисленных ниже объектов точно НЕ относится к наномиру?
- углеродные нанотрубки
  - наноалмазы
  - квантовые точки

- d) кассиев пурпур
  - e) платиновая чернь
  - f) мицеллы
  - g) вирусы
  - h) ацетилен
  - i) липосомы
  - j) золь
6. Кто предложил использовать «координату дисперсности» в описании и интерпретации корреляционных зависимостей между составом, структурой и свойствами веществ и материалов
- a) академик И.В. Тананаев
  - b) академик П.А. Ребиндер
  - c) академик Ж.И. Алферов
  - d) гендиректор РОСНАНО А.Б. Чубайс
  - e) академик В.А. Каргин
  - f) президент РФ Д.А. Медведев
  - g) Эрик Дрекслер
  - h) Ричард Фейнман
  - i) Михайло Ломоносов
7. Кто из перечисленных ниже ученых впервые предложил метод атомно-слоевого осаждения?
- a) Р.Фейнман
  - b) Э.Дрекслер
  - c) Ю.Д.Третьяков
  - d) В.Б.Алесковский
  - e) П.А.Ребиндер
  - f) Ж.И.Алферов
8. Демон Максвелла, сортирующий молекулы, что может привести к передаче тепла от холодного к горячему, невозможен потому, что...
- a) ... он слишком маленький
  - b) ... он нарушает законы природы
  - c) ... молекулы очень быстрые
  - d) ... молекул очень много
  - e) ... я его видел!
  - f) ... у него нет точки опоры
  - g) ... откуда он возьмет энергию для совершения такой работы?
  - h) ... беспорядок нельзя нарушить никогда
9. Назовите единственный (среди перечисленных) реально существующий в наномире тип объектов.
- a) Нанороботы
  - b) Янусы
  - c) Суперпарамагнитные монополи
  - d) Супрамолекулярный вечный двигатель второго рода
  - e) Гномы
  - f) Единорог
  - g) Флогистон
  - h) суперструны
10. В какое время появились термины «Наноматериалы» и «Нанотехнологии»?
- a) Они были еще со времен алхимиков
  - b) В середине XX века
  - c) В конце XX века
  - d) В начале XXI века



- е) Их своими опытами фактически ввел М.В.Ломоносов
11. Какой из законов (правил) описывает, как считается, механические свойства нанокристаллических материалов?
- a) Холла
  - b) Холла-Петча
  - c) Мура
  - d) Стендаля
  - e) Данкова-Конобеевского
  - f) Гиббса-Вульфа
12. Для каких изделий бесполезен «эффект лотоса»?
- a) зонтик
  - b) ветровое стекло автомобиля
  - c) катодный материал
  - d) антикоррозионное покрытие
  - e) антипригарное покрытие
  - f) солнцезащитные очки
13. Какой из материалов должен иметь наибольшую удельную ( $\text{м}^2/\text{г}$ ) площадь поверхности?
- a) ксерогель
  - b) аэрогель
  - c) гель
  - d) керамика
  - e) тонкая пленка
  - f) микропористая пленка
14. За счет чего, скорее всего, будет происходить пластическая деформация нанокристаллического материала?
- a) зернограничное проскальзывание
  - b) скольжения дислокации Франка
  - c) перемещения дислокационных стенок
  - d) переползания дислокационных петель
  - e) поперечного скольжения винтовых дислокаций
  - f) изменения концентрации плоскостей кристаллографического сдвига
15. Почему считается, что введение 0.1 масс.% углеродных нанотрубок в цемент может улучшить его прочность?
- a) концентрирование нанотрубок на границах раздела зерен
  - b) армирование материала нанотрубками
  - c) влияние на зародышеобразование фаз
  - d) улучшение макродиффузионных процессов за счет капиллярного эффекта
  - e) сорбция излишка воды внутри ОУНТ
16. Механоактивация при интенсивном механическом помоле не связана напрямую с...
- a) увеличением концентрации дислокаций
  - b) увеличением концентрации точечных дефектов
  - c) аморфизацией вещества
  - d) уменьшением среднего размера частиц
  - e) увеличением концентрации микротрещин
  - f) увеличением концентрации микровключений
17. Какая из указанных ниже методик не позволяет эффективно получать планарные наноструктуры?
- a) FIB-литография
  - b) ИК-литография
  - c) СЗМ-литография
  - d) контактная микропечать
  - e) микросферная литография

- f) расслаивание блоксополимеров
18. Какой из параметров является наименее важным при создании полевого транзистора на основе углеродных нанотрубок?
- a) толщина диэлектрического слоя
  - b) хиральность нанотрубки
  - c) тип проводимости полупроводника
  - d) толщина слоя проводника
  - e) длина углеродной нанотрубки
19. Какой из параметров является наиболее важным при создании диода (типа Шоттки) на основе одиночной нанотрубки?
- a) величина деформации / изгиба / скрутки разных частей одностенной нанотрубки
  - b) диаметр всей нанотрубки
  - c) легирование всей нанотрубки
  - d) наличие функциональных групп на всей поверхности УНТ
  - e) многослойность нанотрубки
20. Когда впервые появились статьи о получении углеродных нанотрубок?
- a) 1952
  - b) 1959
  - c) 1986
  - d) 1991
  - e) 1996
  - f) 2003
21. Спиновой вентиль для спинтроники требует наличия... сверхпроводника
- a) суперионного проводника
  - b) ферромагнетика
  - c) ферроэлектрика
  - d) ферроэластика
  - e) системы кубитов
22. Какой из шаблонов наиболее эффективно может быть использован для калибровки СЗМ?
- a) пленка мезопористого диоксида кремния
  - b) пленка анодированного алюминия
  - c) пленка OLED
  - d) пленка для магнитофонной записи
  - e) DVD – диск с питрами, кодирующими запись информации
  - f) упорядоченная пленка бактериородопсина
23. Какие из приведенных ниже металлов используют в электрокаталитическом слое топливных элементов?
- a) золото
  - b) осмий
  - c) палладий
  - d) платина
  - e) серебро
  - f) медь
24. Максимальная полезная работа, совершенная системой над внешними телами, равна...
- a) уменьшению внутренней энергии системы, компенсированному увеличением энтропии
  - b) уменьшению энергии Гиббса системы
  - c) изменению химического потенциала системы
  - d) увеличению энтальпии системы
  - e) увеличению энтропии системы
25. При уменьшении размера частиц фазы алмаза ниже 5 нм при комнатной температуре...

- a) сингония решетки остается прежней (кубической)
  - b) сингония решетки изменяется (становится гексагональной)
  - c) формируются нанокластеры, которые не могут быть «уложены» в плотную трехмерную структуру
  - d) формируются псевдожидкие кластеры с хаотической структурой
  - e) формируются кубические наночастицы с усеченными углами (комбинация куба и октаэдра) с повышенной концентрацией точечных дефектов
26. Какой из указанных ниже материалов является наиболее термодинамически стабильным при нормальных условиях?
- a) графит
  - b) алмаз
  - c) фуллерен
  - d) углеродные нанотрубки
  - e) наноалмаз детонационного синтеза
  - f) карбин
27. Какое из перечисленных ниже веществ может позволить сформировать самособирающиеся монослои на золотой подложке?
- a) длинноцепочечные галогениды
  - b) олеиновая кислота
  - c) длинноцепочечные тиолы
  - d) ЦТАБ (цетилтриметиламмония бромид)
  - e) додецилсульфат натрия
  - f) поливиниловый спирт
28. Критический радиус зародыша означает, что ...
- a) он не может раствориться
  - b) он самопроизвольно растет
  - c) дальнейшее увеличение размера сопровождается уменьшением энергии Гиббса
  - d) начинается формирование граней-фасеток
  - e) он снимает вокруг себя пересыщение в питающей среде
  - f) он изменяет квазижидкую структуру на нанокристаллическую
29. Что наименее значительно влияет на зародышеобразование в твердой фазе?
- a) замедленность диффузионных процессов
  - b) возникновение упругих напряжений при появлении новой фазы
  - c) изменение уровней Ферми фаз
  - d) возникновение ассоциатов точечных дефектов
30. К безызлучательным переходам в молекулах относится...
- a) - внутренняя конверсия
  - b) - фосфоресценция
  - c) - люминесценция
  - d) - комбинационное рассеяние
  - e) - флюоресценция
  - f) - электронные переходы
31. Для получения пористого кремния используется...
- a) щавелевая кислота
  - b) хлористоводородная кислота
  - c) плавиковая кислота
  - d) янтарная кислота
  - e) царская водка
  - f) перекись водорода
32. Что не влияет на частоту плазменного резонанса наночастиц серебра?
- a) анизотропия
  - b) размер

- c) модификатор поверхности
  - d) наличие точечных дефектов и F-центров (центров окраски)
  - e) температура
  - f) давление
33. «Самосборка» квантовых точек на подложке при осаждении из газовой фазы вызвана...
- a) флуктуациями (модуляцией) состава питающей среды
  - b) химическим взаимодействием квантовых точек с подложкой
  - c) эпитаксиальным ростом пленок
  - d) рассогласованием параметров решеток пленки и подложки
  - e) осаждением полупроводниковых «островков» на вицинальных выходах винтовых дислокаций подложки
  - f) затрудненной миграцией ростовых блоков по боковой поверхности эшелонов ростовых ступеней подложки
34. Показатель коэффициента преломления у метаматериалов...
- a) равен нулю
  - b) положительный
  - c) отрицательный
  - d) его нельзя определить
  - e) мнимый
  - f) широко варьирующийся
35. На периодически модулированных поверхностях металлических пленок возможно резонансное возбуждение поверхностных...
- a) экситонов
  - b) магнонов
  - c) фотонов
  - d) фононов
  - e) плазмон-поляритонов
  - f) поляронов
36. При получении монослоев методом Лэнгмюра-Блоджетт Y-тип пленки означает...
- a) голова к голове, хвост к хвосту
  - b) голова к хвосту
  - c) хвост к голове
  - d) комбинация X и Z – типов
  - e) латеральное упорядочение в пленке
  - f) периодически гофрированный монослой
37. При получении методом Лэнгмюра-Блоджетт пленки Y-типа двумерное давление следует...
- a) периодически увеличивать скачком
  - b) поддерживать постоянным
  - c) монотонно увеличивать
  - d) монотонно уменьшать
  - e) сначала увеличивать, а потом уменьшать
  - f) в силу способности системы к самоорганизации о давлении можно не заботиться
38. Какие из указанных ниже объектов нельзя рассматривать в качестве нанокompозитов?
- a) частицы Януса
  - b) фотонные кристаллы
  - c) ферромагнитная проволока в мезопористой матрице
  - d) квантовые точки ядро-оболочка
  - e) гетероструктуры для гигантского магнетосопротивления
  - f) полупроводниковые лазеры
39. Какие из систем не являются коллоидной системой «газовая фаза - вещество»?
- a) аэрогель

- b) аэросил
  - c) аэрозоль
  - d) туман
  - e) зыбучий песок
  - f) смог
40. Какие (магнитные) частицы будут обладать максимальной коэрцитивной силой?
- a) монокристаллические
  - b) монокристаллические
  - c) суперпарамагнитные
  - d) поликристаллические
  - e) полидоменные
  - f) парамагнитные
41. Какой состав имеют стенки пор анодированного алюминия?
- a) алюминий
  - b) корунд
  - c) оксид корунда
  - d) аморфный гидратированный оксид алюминия
  - e) монокристаллический лейкосапфир
  - f) гамма-оксид алюминия

### **Лабораторные работы**

#### **Структура лабораторных работ**

Студент выполняет за отведенное время по учебному плану 3 лабораторные работы (в лаборатории ИПСМ РАН). Учебно-методические пособия в лабораториях по каждой лабораторной работе имеются. На выполнение одной лабораторной работы студент должен потратить не менее 4 часов и не более 6 часов аудиторной работы. Под выполнением лабораторной работы понимается: получение допуска к работе (наличие конспекта в тетради и знание устройства и принципа работы); выполнение опытов, выполнение письменного отчета в тетради, защита лабораторной работы (ответы на вопросы в конце учебно-методического пособия).

Перед началом выполнения работ студенты должны пройти инструктаж по технике безопасности, расписаться в журнале. Затем студентам предлагается раздаточный материал для ознакомления с порядком выполнения лабораторной работы. Студенты после тщательной проработки материала, конспектирования методик синтеза и условий эксперимента в рабочие тетради, получают допуск и приступают к выполнению работы. Работу следует выполнять по предложенному алгоритму, в определенной последовательности. Результаты измерений необходимо фиксировать в рабочем журнале. При необходимости растворы, предназначенные для исследования, необходимо разбавить. По окончании работы студенты обязаны оставить рабочее место в чистоте, вымыть используемую в данном эксперименте химическую посуду. Результаты эксперимента оформить в виде отчета, выполнить необходимые расчеты. Работа должна быть аккуратно оформлена, допускается составление 1 отчета на группу в количестве 3-4 студентов. Если в группе 8-12 студентов, задания и условия эксперимента варьируются, составляется соответственно 2-3 отчета.

После выполнения всех намеченных работ назначается защита. На защиту студенты представляют оформленные в соответствии с требованиями отчеты, готовят заранее ответы на контрольные вопросы. Каждый студент получает из списка 3-4 вопроса. Обсуждение итогов выполнения лабораторного практикума и краткие (2-3 мин) выступления по предложенным преподавателем контрольным вопросам проходят в виде «круглого стола», поэтому студенты заранее должны подготовиться к собеседованию, изучив предложенную преподавателем литературу.

Самостоятельно студенты дополнительно прорабатывают научно-техническую литературу по темам лабораторного практикума.

### Тематика лабораторных работ

Выполнение 3 лабораторных работ студентом – является условием допуска к экзамену. Знания, умения и навыки по лабораторным работам оцениваются в тестах №1 и №2.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. СИНТЕЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. НАНОЧАСТИЦЫ ОКСИДА МЕДИ  $Cu_2O$

### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

Физика и химия наноматериалов и наносистем

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление/специальность: 28.03.03. Наноматериалы,

курс 3, семестр 1

| Виды учебной деятельности студентов   | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы       |              |
|---|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
|   |                            |                          | Минимальный | Максимальный |
| Нанонаука и нанохимия. Размерный эффект. Классификация нанобъектов. Способы получения наноразмерных материалов. Физические методы синтеза наночастиц. |                            |                          | <b>0</b>    | <b>35</b>    |
| <b>Текущий контроль</b>   |                            |                          |             |              |
| Учет рейтинга за лабораторные работы  | 0-5                        | 3                        | 0           | 15           |
| <b>Рубежный контроль</b>  |                            |                          |             |              |
| Тестовый контроль 1   | 0-0.5                      | 40                       | 0           | 20           |
| Размерные зависимости свойств наноматериалов  |                            |                          | <b>0</b>    | <b>40</b>    |
| <b>Рубежный контроль</b>  |                            |                          |             |              |
| Тестовый контроль 2   | 0-1                        | 41                       | 0           | 40           |
| <b>Поощрительные баллы</b>  |                            |                          |             |              |
| 1. Студенческая олимпиада   | 0-10                       | 1                        | <b>0</b>    | <b>10</b>    |
| <b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>  |                            |                          |             |              |
| 1. Посещение лекционных занятий   |                            |                          | <b>0</b>    | <b>-6</b>    |
| 2. Посещение лабораторных занятий   |                            |                          | <b>0</b>    | <b>-10</b>   |
| <b>Итоговый контроль</b>  |                            |                          |             |              |
| Экзамен   | <b>0-15</b>                | <b>2</b>                 | <b>0</b>    | <b>30</b>    |

Перевод оценки из 100-балльной производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

##### Основная литература

1. Рыжонков Д. И. Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 365 с. : ил. — (Нанотехнология). ISBN 978-5-94774-724-9
2. Сергеев Г.Б. Нанохимия. М.: Книжный дом Университет, 2006.
3. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. – М.: Логос, 2000.-272 с.:ил. ISBN 5-88439-135-8.

4. Бабушкин А. Ю. Высокоэнергетические методы получения ультрадисперсных и наноматериалов. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : конспект лекций / А. Ю. Бабушкин, В. П. Исаков, А. И. Лямкин. – Электрон. дан. (5 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008.

#### Дополнительная

1. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии: учебное пособие /В.В. Старостин. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 431 с. : ил. — (Нанотехнология). ISBN 978-5-94774-727-0
2. Нанотехнологии. Азбука для всех. Под ред. акад. Ю.Д.Третьякова.М.: Физматлит, 2008.
2. Ратнер М., Ратнер Д. Нанотехнология. Простое объяснение очередной гениальной идеи. М.: Вильямс, 2007.
3. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех. М., 2005.
4. Меньшутина Н.В. Введение в нанотехнологию. Калуга: Изд-во научной литературы Бочкаревой Н.Ф.,2006.
5. Фуллерены, углеродные нанотрубки и нанокластеры: Родословная форм и идей. М.: ЛКИ, 2008.
6. Журналы: «Наноматериалы и наноструктуры — XXI век», «Нанотехнологии и наноматериалы», «Письма о материалах».

#### 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/>

Дополнительная и более подробная информация физике и химии наноматериалов и наносистем доступна по следующим адресам сети Интернет:

[www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru) – информационный сайт, посвященный нанотехнологиям;

[www.nauka.name](http://www.nauka.name) – научно-популярный портал;

[www.nanojournal.ru](http://www.nanojournal.ru) – российский электронный «Наножурнал»

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

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

| <i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i> | <i>Вид занятий</i> | <i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>                   |
|--|--------------------|--|
| Аудитория 41 (ИПСМРАН)   | Лекции             | Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран<br>Программное обеспечение: |

|   |                        |  |
|---|------------------------|--|
|   |                        | <p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.</p>   |
| Лаборатория триботехники ИПСМ РАН         | Лабораторные работы    | <p>Вытяжные шкафы<br/>Химическая посуда, реактивы<br/>Весы электронные<br/>Стулья -20 шт.<br/>Лаб. столы 120*50*76-28 шт.<br/>Столы 2тумбовый 130*57*74-1шт. 3 шт.<br/>Стол преп.полиров. 140*65*70-1 шт.<br/>Сервант 150*40*155-1 шт.<br/>Шкаф книжный 88*42*182-3 шт.<br/>Шкаф мет.с замком 50*50*68-1 шт.<br/>Доска ауд.-1 шт. инв.2101067122<br/>Термометр спиртовой-1 шт.</p> |
| Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж) | Самостоятельная работа | Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, 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, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.  |
| Читальный зал №4 (корпус биофака, 4 этаж) | Самостоятельная работа | Научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 60.  |



## Приложение 1

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

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Физика и химия наноматериалов и наносистем» на 5 семестр  
(наименование дисциплины)

дневная

форма обучения

| <b>Вид работы</b>   | <b>Объем дисциплины</b> |
|---|-------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)   | 5 / 180                 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем:  | 91.2                    |
| лекций  | 18                      |
| практических/ семинарских   |                         |
| лабораторных  | 36                      |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 1.2                     |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)  | 52                      |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)   | 34.8                    |

Форма(ы) контроля:  
экзамен пятый семестр

| №<br>п/п | Тема и содержание   | Форма изучения материалов:<br>лекции, практические занятия,<br>семинарские занятия, лаборатор-<br>ные работы, самостоятельная ра-<br>бота и трудоемкость (в часах) |            |    |    | Основная<br>и допол-<br>нительная<br>литерату-<br>ра, реко-<br>мендуе-<br>мая сту-<br>дентам<br>(номера<br>из списка) | Задания<br>по само-<br>стоятель-<br>ной рабо-<br>те сту-<br>дентов | Форма те-<br>кущего кон-<br>троля успе-<br>ваемости<br>(коллоквиу-<br>мы, кон-<br>трольные<br>работы,<br>компьютер-<br>ные тесты и<br>т.п.) |
|----------|---|--|------------|----|----|---|--|---|
|          |   | ЛК   | ПР/СЕ<br>М | ЛР | СР |   |  |   |
| 1        | 2   | 3  | 4          | 5  | 6  | 7   | 8  | 9   |
| 1        | Введение. Что скрывается за приставкой «нано»? Нанонаука и нанохимия. Размерный эффект. Классификация нанобъектов.  | 2  |            |    | 4  | [1], Введе-<br>ние, гл. 1<br>[2], Введе-<br>ние, гл.1<br>[3] Введе-<br>ние, гл.1, §<br>1.1-1.3.                       |  | Тест  |
| 2        | Способы получения наноразмерных материалов. Формирование наноматериалов по механизму «снизу-вверх». Методы механического диспергирования. Методы физического диспергирования. Методы химического диспергирования. Биологические подходы к получению наноразмерных материалов. Способы консолидации наноразмерных порошков | 2  |            | 6  | 6  | [1], гл.2,3<br>[2], гл.2, §<br>2.1-2.4.   |  | Тест, защита<br>отчета  |
| 3        | Физические методы синтеза наночастиц. Формирование наноматериалов по механизму «сверху-вниз». Катодное распыление, ударные волны, электровзрыв, лазерная электродисперсия, сверхзвуковые струи, механическое диспергирование. Нанолитография  | 2  |            | 6  | 6  | [[1], гл.3<br>2], гл.2, §<br>2.5, [4]   |  | Тест, защита<br>отчета  |

|   |  |   |  |   |   |                         |  |                     |
|---|--|---|--|---|---|-------------------------|--|---------------------|
| 4 | Размерные зависимости свойств наноматериалов(1). Особенности термодинамических свойств наносред. Структура наноразмерных материалов. Характеристики дисперсности наноматериалов. Поверхность, границы, морфология наноматериалов | 2 |  | 6 | 6 | [1], гл.4,<br>[2], гл.7 |  | Тест, защита отчета |
| 5 | Размерные зависимости свойств наноматериалов (2) Электрические свойства наноматериалов. Ферромагнитные характеристики наноматериалов. Особенности тепловых свойств наноматериалов.   | 2 |  |   |   | [1], гл.4,<br>[2], гл.7 |  | Тест                |
| 6 | Размерные зависимости свойств наноматериалов (3) Оптические характеристики наносред. Диффузия в наноматериалах. Химические свойства наноматериалов. Механические характеристики дисперсных сред.                                 | 2 |  |   |   | [1], гл.4,<br>[2], гл.7 |  |                     |
| 7 | Углеродные наноматериалы. Аллотропные формы углерода – «нано» и не «нано». Наноалмазы. Фуллерены и их производные  | 2 |  |   |   |                         |  |                     |
| 8 | Нанотрубки, их классификация и свойства. Общие свойства нанотрубок углерода.   | 2 |  |   |   | [1], гл.6,<br>[2], гл.6 |  |                     |
| 9 | Нанокатализ. Общие свойства катализаторов. Классификация каталитических реакций. Принципы структурного и энергетического соответствия. Катализ на наночастицах и цеолитах.   | 2 |  |   |   | [2], гл.8               |  |                     |

