

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры общей физики, **протокол**  
**№ 7 от «24» апреля 2020 г.**

Зав. кафедрой  / Балапанов М.Х.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина **Ведение в нанотехнологии**

*(наименование дисциплины)*

Вариативная часть

*(указать часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений))*

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

**03.03.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки

**Физика конденсированного состояния вещества**

Квалификация

Бакалавр

Разработчик (составитель)  
д.ф.-м.н., проф. Альмухаметов Р.Ф.  
(должность, ученая степень, ученое звание)



/ Альмухаметов Р.Ф.  
(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2020 г  
Уфа 2020 .

### Список документов и материалов

I.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы ( <i>с ориентацией на карты компетенций</i> )	3
2.	Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
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. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	9
5	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	15
	5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	15
	5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	15
6	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)**

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

ОПК-3 способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. современные достижения материаловедения и физические принципы работы современных технических устройств 2. классификацию объектов наномира, основные методы их исследования, основные свойства и способы получения наноструктурированных материалов 3. об общих законах масштабирования физико-химических свойств веществ при уменьшении количества (размеров) вещества	ОПК-3, ПК-1	
Умения	1. осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств материалов на соответствие требований к объектам исследования	ОПК-3, ПК-1	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. навыками составления литературных обзоров по материалам проведенных патентных исследований и литературных данных о новых веществах и материалах и их методах исследования 2. информацией об областях применения и перспективах развития нанотехнологий	ПК-1	

**2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Учебная дисциплина «**Ведение в нанотехнологии**» входит в раздел «Вариативная часть 03.02 «Физика»»

Дисциплина изучается на 3 курсе(ах) в 5\_ семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Атомная физика; Физика атомного ядра и элементарных частиц; Химия; Квантовая теория; Кристаллография; Физика реальных кристаллов; Физика конденсированного состояния.

Освоение данного раздела необходимо для дальнейшего изучения дисциплин магистерских курсов и при написании бакалаврской и магистерской диссертаций.

Цель дисциплины состоит в ознакомлении студентов с основными понятиями, терминами и подходами нанотехнологий, подготовки студентов к чтению научной и технической литературы и самостоятельно ориентироваться в потоке информации по нанотехнологиям,

### 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

ОПК-3: способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения				Оценочные средства
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)	
Первый этап (уровень)	<b>Знать:</b> современные достижения материаловедения и физические принципы работы современных технических устройств	<b>Не знает</b> современные достижения и физические принципы работы современных технических устройств	<b>Имеет частичное представление</b> о современных достижениях материаловедения и физических принципов работы современных технических устройств	<b>Имеет представление</b> о современных достижениях материаловедения и физических принципов работы современных технических устройств	<b>Имеет четкое, целостное представление</b> о современных достижениях материаловедения и физических принципов работы современных технических устройств	Собеседование, Допуск к лабораторной работе, защита отчетов, Письменный опрос Реферат
Второй этап (уровень)	<b>Уметь:</b> осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств материалов на соответствие требованиям к объектам исследования	<b>Не умеет</b> осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств материалов на соответствие требованиям к объектам исследования	<b>Частично освоенное умение</b> осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств материалов на соответствие требований к объектам исследования	<b>В целом успешное, но со-держашее</b> отдельные про-белы умение осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств материалов на соответствие требований к объектам исследования	<b>Сформированное умение</b> осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств материалов на соответствие требований к объектам исследования	Собеседование, Допуск к лабораторной работе, защита отчетов, Письменный опрос Реферат
Третий этап	<b>Владеть:</b> навыками со-	<b>Не владеет</b>	<b>В целом успешное,</b>	<b>В целом успешное,</b>	Успешное и систематиче-	Собеседование,

(уровень)	ставления литературных обзоров по материалам проведенных патентных исследований и литературных данных о новых веществах и материалах и их методов исследования	навыками составления литературных обзоров по материалам проведенных патентных исследований и литературных данных о новых веществах и материалах и их методов исследования	но не систематическое применение навыков составления аналитических отчетов и литературных обзоров по материалам проведенных патентных исследований и литературных данных о новых веществах и материалах	но сопровождающиеся отдельными ошибками применение навыков составления аналитических отчетов и литературных обзоров по материалам проведенных патентных исследований и литературных данных о новых веществах и материалах	ское применение навыков составления аналитических отчетов и литературных обзоров по материалам проведенных патентных исследований и литературных данных о новых веществах и материалах	Допуск к лабораторной работе, защита отчетов, Письменный опрос Реферат
-----------	--	---	---	---	--	--

**ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин**

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				Оценочные средства
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)	
Первый этап (уровень)	<p><b>Знать:</b></p> <p>1) классификацию объектов наномира, основные методы их исследования, основные свойства и способы получения наноструктурированных материалов</p> <p>2) об общих законах масштабирования физико-химических свойств веществ при</p>	<p><b>Затрудняется</b></p> <p>1) в формулировании классификации объектов наномира, основных методах их исследования, основных свойств и способов получения наноструктурированных материалов</p> <p>2) Затрудняется в формулировании общих законов масштабирования</p>	<p><b>Имеет частичное представление</b></p> <p>1) о классификации объектов наномира, основных методах их исследования, основных свойств и способов получения наноструктурированных материалов</p> <p>2) Имеет частичное представление об общих законах масштабирования</p>	<p><b>Имеет представление</b></p> <p>1) о классификации объектов наномира, основных методах их исследования, основных свойств и способов получения наноструктурированных материалов.</p> <p>2) В целом успешное, но сохраняющее отдельные проблемы знание общих</p>	<p><b>Имеет четкое, целостное представление</b></p> <p>1) о классификации объектов наномира, основных методах их исследования, основных свойств и способов получения наноструктурированных материалов</p> <p>2) Сформированное и целостное представление об общих законах масштабиро-</p>	Собеседование, Допуск к лабораторной работе, защита отчетов, Письменный опрос Реферат

	уменьшении количества (размеров) вещества	физико-химических свойств веществ при уменьшении количества (размеров) вещества	ния физико-химических свойств веществ при уменьшении количества (размеров) вещества	законов масштабирования физико-химических свойств веществ при уменьшении количества (размеров) вещества	вания физико-химических свойств веществ при уменьшении количества (размеров) вещества	
Третий этап (уровень)	<b>Владеть:</b> информацией об областях применения и перспективах развития нанотехнологий	<b>Не владеет</b> информацией об областях применения и перспективах развития нанотехнологий	<b>В целом успешное,</b> но не систематическое представление об областях применения и перспективах развития нанотехнологий	<b>В целом успешное,</b> но содержащее отдельные незначительные погрешности представление об областях применения и перспективах развития нанотехнологий	<b>Целостное и систематическое</b> представление об областях применения и перспективах развития нанотехнологий	Собеседование, Допуск к лабораторной работе, защита отчетов, Письменный опрос Реферат

**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. современные достижения материаловедения и физические принципы работы современных технических устройств 2. классификацию объектов наномира, основные методы их исследования, основные свойства и способы получения наноструктурированных материалов 3. об общих законах масштабирования физико-химических свойств веществ при уменьшении количества (размеров) вещества	ОПК-3, ПК-1	Собеседование, Допуск к лабораторной работе, защита отчетов, Письменный опрос Реферат

2-й этап Умения	осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств материалов на соответствие требований к объектам исследования.	ОПК-3, ПК-1	Собеседование, Допуск к лабораторной работе, защита отчетов, Письменный опрос Реферат
3-й этап Владеть навыками	1. навыками составления литературных обзоров по материалам проведенных патентных исследований и литературных данных о новых веществах и материалах и их методов исследования 2. информацией об областях применения и перспективах развития нанотехнологий	ПК-1	Собеседование, Допуск к лабораторной работе, защита отчетов, Письменный опрос Реферат

### Вопросы для проведения экзамена.

#### Введение.

Наномасштаб. Исторический обзор возникновения современных нанотехнологий. Различные отрасли, где уже используются или планируется использование нанотехнологий.

Объекты наномира: молекулы (фуллерены, углеродные нанотрубки, нанотрубки из бора), кластеры, квантовые ямы, проволоки и точки. Квантовый характер явлений в наномире.

#### Методы синтеза, самосборка.

Высокочастотный индукционный нагрев, химические методы, термолиз, импульсные лазерные методы. Подход «сверху-вниз» – литография, эпитаксия; подход «снизу-вверх» -химический синтез, самосборка, нанофабрикация. Природа сил и физических механизмов в основе самосборки. Координационные связи: сборка наноскопических металлоорганических полиэдров и решеток. Самосборка наноструктур из цепей ДНК и протеинов. Ковалентная самосборка: полимеры и дендримеры. Самособирающиеся монослои. Нанофабрикация кластеров и нанопроволок.

#### Методы исследования наноструктур.

Атомные структуры. Кристаллография. Определение размеров частиц. Структура поверхности. Микроскопия: просвечивающая электронная микроскопия (ТЕМ); атомная силовая (AFM); ионно-полевая микроскопия, сканирующая микроскопия (STM, SEM).

Спектроскопия: инфракрасная и рамановская спектроскопия, фотоэмиссионная и рентгеновская спектроскопия, магнитный резонанс.

#### Объемные наноструктурированные материалы.

Разупорядоченные твердотельные структуры. Методы синтеза. Механизмы разрушения традиционных поликристаллических материалов. Механические свойства. Наноструктурированные многослойные материалы. Электрические свойства. Наноструктурированные кристаллы. Теоретическое предсказание кристаллических решеток из нанокластеров. Кристаллы из металлических наночастиц. Упорядоченные

решетки наночастиц в коллоидных суспензиях. Наноструктурированные кристаллы для фотоники.

### **Ферромагнетизм в наноструктурах.**

Основы ферромагнетизма. Влияние наноструктурирования объемного материала на магнитные свойства. Нанопоры в магнитных частицах. Нанокристаллы ферромагнетики.

Гигантское и колоссальное магнитосопротивление. Ферромагнитные жидкости.

### **Углеродные наноструктуры.**

Углеродные молекулы. Природа углеродной связи. Новые углеродные структуры. Углеродные кластеры. Открытие фуллерена C<sub>60</sub>. Структура фуллерена C<sub>60</sub> и его кристаллов.

C<sub>60</sub>, легированный щелочными металлами. Сверхпроводимость в C<sub>60</sub>. Фуллерены с числом атомов, большим или меньшим 60. Неуглеродные шарообразные молекулы.

Углеродные нанотрубки. Методы получения. Структура. Механические свойства.

Электрические свойства. Применение углеродных нанотрубок. Полевая эмиссия.

Топливные элементы. Химические сенсоры. Катализаторы. Механическое упрочнение.

### **Квантовые ямы, проволоки и точки.**

Приготовление квантовых наноструктур. Эффекты, обусловленные размерами и размерностью нанообъектов. Размерные эффекты. Размерность объекта и электроны проводимости.

Ферми-газ и плотность состояний. Потенциальные ямы. Частичная локализация.

Свойства, зависящие от плотности состояний. Экситоны. Одноэлектронное туннелирование.

Приложения: инфракрасные детекторы, лазеры на квантовых точках, сверхпроводимость.

### **Биологические материалы, наномедицина.**

Биологические строительные блоки. Размеры строительных блоков и наноструктуры. Полипептидные нанопроволоки и белковые наночастицы. Нуклеиновые кислоты. ДНК как сдублированная нанопроволока. Генетический код и синтез белка. Биологические наноструктуры. Примеры белков. Мицеллы и везикулы. Многослойные пленки. Нанодиагностика, наноконтейнеры для доставки лекарств, нанобиосенсоры, нанороботы: антираковые бионанотехнологии.

### **Наномашины и наноприборы.**

Микроэлектромеханические системы. Наноэлектромеханические системы. Изготовление: наномашины и наноприборы. Молекулярные и супрамолекулярные триггеры. \_\_

Пример экзаменационного билета по дисциплине

«Введение в нанотехнологии»:

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»  
Физико-технический институт  
Кафедра общей физики

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**



по дисциплине «Введение в нанотехнологии»:

Направление 03.03.02 «ФИЗИКА»

Профиль «Физика конденсированного состояния вещества»

1. Методы синтеза наноструктур. Высоочастотный индукционный нагрев.
2. Разупорядоченные твердотельные структуры. Методы синтеза.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Балапанов М.Х./  
(подпись) (Ф.И.О.)

### **Перечень вопросов для собеседования по лабораторным работам**

1. Исторический обзор возникновения современных нанотехнологий. Различные отрасли, где уже используются или планируется использование нанотехнологий.
2. Квантовый характер явлений в наном мире.
3. Получение наноструктур. Подход «сверху-вниз» – литография, эпитаксия.
4. Получение наноструктур. Подход «снизу-вверх» - химический синтез, самосборка, нанофабрикация.
5. Основные принципы микроскопических методов исследования наноструктур: просвечивающая электронная микроскопия (ТЕМ); атомная силовая (AFM); ионно-полевая микроскопия, сканирующая микроскопия (STM, SEM).
6. Основные принципы спектроскопических методов исследования наноструктур: инфракрасная и рамановская спектроскопия, фотоэмиссионная и рентгеновская спектроскопия, магнитный резонанс.
7. Наноструктурированные многослойные материалы и наноструктурированные кристаллы.
8. Ферромагнетизм в наноструктурах. Влияние наноструктурирования объемного материала на его магнитные свойства.
9. Открытие фуллерена и структура фуллерена C<sub>60</sub>. C<sub>60</sub>, легированный щелочными металлами. Сверхпроводимость в C<sub>60</sub>. Фуллерены с числом атомов, большим или меньшим 60.
10. Углеродные нанотрубки. Методы получения. Структура. Механические свойства.
11. Электрические свойства. Применение углеродных нанотрубок. Графен.
12. Эффекты, обусловленные размерами и размерностью нанообъектов.
13. Квантовые ямы, квантовые проволоки и квантовые точки.
14. Приложения квантовых размерных эффектов: инфракрасные детекторы, лазеры на квантовых точках, сверхпроводимость.
15. Биологические строительные блоки. Размеры строительных блоков и наноструктуры. Полипептидные нанопроволоки и белковые наночастицы.
16. Нуклеиновые кислоты. ДНК как сдублированная нанопроволока. Генетический код и синтез белка.
17. Биологические наноструктуры. Примеры белков. Мицеллы и везикулы. Многослойные пленки.
18. Нанодиагностика, наноконтейнеры для доставки лекарств, нанобиосенсоры, нанороботы: антираковые бионанотехнологии.
19. Наномашины и наноприборы. Микроэлектромеханические системы.
20. Наномашины и наноприборы. Нанозлектромеханические системы.

### **Перечень примерных контрольных вопросов для письменного опроса:**

1. Положение нанообъектов на шкале размеров.
2. Роль Ричарда Фейнмана в зарождении нанотехнологий.

3. Почему освоение наномира может быть так полезно для человечества?
4. Два пути создания нанообъектов: «снизу-вверх» или «сверху-вниз».
5. Сканирующий электронный микроскоп.
6. Атомно-силовая микроскопия.
7. Особая роль углерода в наномире.
8. Графен – слой графита.
9. Фуллерены – наночастицы из углерода.
10. Углеродные нанотрубки – трубки из графена.
11. Нанопроволоки.
12. Дендримеры – капсулы наноразмеров.
13. Самоорганизация нанообъектов и её использование при создании наноматериалов
14. Размерные эффекты – почему и на каком уровне свойства и реакции твердых тел зависят от их размеров.
15. Почему температура плавления металлических нанообъектов уменьшается на сотни градусов?
16. Квантовые явления в наномире.
17. Квантовые точки – искусственные атомы наномира.
18. Зависимость цвета в наномире от размера объектов.
19. Роль химии в развитии нанотехнологий.
20. Масштаб и объекты наномира (квантовые ямы, проволоки и точки).
21. Фотолитография и наноэлектроника.
22. Закон Мура.
23. Наносенсоры – глаза для наноэлектроники.
24. Наномоторы – мышцы нанороботов.
25. Адресная доставка лекарств, упакованных в наночастицы.
26. Нанотехнологии в борьбе с раковыми заболеваниями.
27. Нанотехнологии в диагностике.
28. Возможные риски использования наноматериалов.
29. Двумерные наноструктуры и способы их формирования.
30. Квантовые точки – наночастицы. Синтез, свойства и области их применений
31. Нанозонды – новые средства медицинской диагностики.
32. Адсорбция и самосборка наноконструкций.
33. Примеры товаров, созданных с использованием нанотехнологий.

#### **Примерная тематика рефератов и докладов:**

1. Металлические наночастицы и их практическое использование
2. Нанороботы.
3. Трековые мембраны: получение. Свойства, области применения.
4. Использование наноразмерных кристаллов в оптоэлектронике (LED-технология)
5. Дендримеры и фракталы.
6. Тонкопленочные покрытия.
7. Супергидрофобные материалы.
8. Фотонные кристаллы и их использование в технике.
9. Новые формы углерода (графен, фуллерены).
10. Полимерные нанокомпозиты.
11. Нанокомпозиты на основе минеральных матриц.
12. Фотолитография.
13. Наноматериалы и наноэлектроника.
14. Квантовые точки, получение, свойства и области применения.

15. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
16. Оптические пинцеты.
17. Спектроскопия комбинационного рассеяния как метод исследования наноматериалов.
18. Атомно-силовая микроскопия.
19. Просвечивающая электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия.
20. Методы силы и высоты.
21. Использование нанотехнологий в медицине. \_\_\_

**Критерии оценки для экзамена (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. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **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. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **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. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную 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.

**Критерии оценки по собеседованию, устному опросу и письменному опросу**

**5 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. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

**4 балла** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

**3 балла** 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. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

**0 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

#### **Критерии оценки для контрольных работ:**

- **14-15 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. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **12-13 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. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **6-11 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. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-5 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

#### **Критерии оценивания рефератов:**

Оцениваемый показатель	0 баллов	1 балл	2 баллов
1. Соответствие содержания работы заданной теме	Тема не соответствует заданию	Часть материала не соответствует заданной теме	Материал полностью соответствует заданной теме
2. Выполнение заданий работы	Ни одно из заданий не выполнено	Задания частично выполнены	Все задания выполнены
3. Оформление работы	Оформление не соответствует Положению о курсовых работах	В целом работа оформлена по требованиям, но имеются	Работа оформлена без замечаний

		отдельные нарушения	
4. Использование современной литературы	Использована литература только до 2000 г. выпуска	Не менее 50% литературы издано в последние 10 лет	Использована, в основном, современная литература по теме
5. Глубина анализа метода и особенностей его использования	Физическая суть метода не раскрыта, нет формул, схем, методики измерений, обработки результатов исследований и т.п.	Частично рассмотрены теория метода и физические основы практического применения	Полностью рассмотрены теория метода и физические основы практического применения

Суммарные баллы переводятся в 15-ти балльную систему

#### 4.3 Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2

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

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

##### Основная литература:

1. «Нанотехнологии. Азбука для всех». Сборник статей под редакцией Ю. Третьякова, М., Физматлит, 2007.
2. «Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника». Сборник статей под редакцией П.П. Мальцева, М., Техносфера, 2006.
3. Кобаяси Н., Введение в Нанотехнологию, изд-во Бином, 2005.
4. Пул Ч., Оуэнс Ф. «Нанотехнологии», М., Техносфера, 2006.

##### Дополнительная литература

1. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. «Наноструктурные материалы», М., Академия, 2005.
2. Андрюшин Е.А. «Сила нанотехнологий: наука & бизнес», М., Фонд «Успехи физики», 2007.
3. Ратнер М., Ратнер Д. «Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи», Изд-во «Вильямс», 2005.
4. Харрис П. «Углеродные нанотрубки и родственные структуры», М., Техносфера, 2003.

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

1. <http://www.nanonewsnet.ru/> - сайт о нанотехнологиях в России

2. <http://www.nanometer.ru/> - сайт нанотехнологического общества «Нанометр»
3. <http://nauka.name/category/nano/> - научно-популярный портал о нанотехнологиях, биогенетике и полупроводниках
4. <http://www.nanorf.ru/> - журнал «Российские нанотехнологии»
5. <http://www.nanojournal.ru/> - Российский электронный нано журнал
6. <http://www.nanoware.ru/> - официальный сайт потребителей нанотоваров
7. Физическая энциклопедия в 5-ти томах: <http://www.elmagn.chalmers.se>
8. 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/>
9. 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/>
10. 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/>
11. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

#### **0. 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
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Большая физическая аудитория 02	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>Лаборатория атомной силовой микроскопии № 118 (физмат корпус)</i>	Лабораторные занятия	Учебный комплекс для преподавания основ нанотехнологий «Нано Эдюкатор»
Читальный зал №1	Самостоятельная	Научный и учебный фонд, научная периодика,

(главный корпус, 1 этаж)	работа	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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины **Ведение в нанотехнологии** на 5 семестр  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	55.2
лекций	18
практических/ семинарских	18
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	26
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма(ы) контроля:  
экзамен   5   семестр

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий**

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>Модуль 1</b> <b>Введение.</b> Наномасштаб. Исторический обзор возникновения современных нанотехнологий. Различные отрасли, где уже используются или планируется использование нанотехнологий. Объекты наномира: молекулы (фуллерены, углеродные нанотрубки, нанотрубки из бора), кластеры, квантовые ямы, проволоки и точки. Квантовый характер явлений в наномире	2	2		10	Осн. [1, гл. 1], Осн. [2, гл. 1]	Осн. [1, гл. 1], Осн. [2, гл. 1]	Собеседование, устный опрос, контрольная работа
2.	<b>Методы синтеза, самосборка.</b> Высокочастотный индукционный нагрев, химические методы, термолит, импульсные	4	4		10	Осн. [1 гл. 2], Осн. [2, гл. 2, 3], Доп. [1-3, 5]	Осн. [1 гл. 2], Осн. [2, гл. 2, 3], Доп. [1-3, 5]	Собеседование, устный опрос, контрольная работа



	<p>лазерные методы. Подход «сверху-вниз» – литография, эпитаксия; подход «снизу-вверх» -химический синтез, самосборка, нанофабрикация. Природа сил и физических механизмов в основе самосборки.</p> <p>Координационные связи: сборка наноскопических металлоорганических полиэдров и решеток. Самосборка наноструктур из цепей ДНК и протеинов. Ковалентная самосборка: полимеры и дендримеры. Самособирающиеся монослои. Нанофабрикация кластеров и нанопроволок.</p>							
3.	<p><b>Методы исследования наноструктур.</b></p> <p>Атомные структуры. Кристаллография. Определение размеров частиц. Структура поверхности. Микроскопия: просвечивающая электронная микроскопия (ТЕМ); атомная силовая (AFM); ионно-полевая микроскопия, сканирующая микроскопия (STM, SEM).</p>	3	3		10	<p>Осн. [1 гл. 3], Осн. [2, гл. 3, 4], Доп. [3, 4 ]</p>	<p>Осн. [1 гл. 3], Осн. [2, гл. 3, 4], Доп. [3, 4 ]</p>	<p>Собеседование, устный опрос, контрольная работа</p>

	Спектроскопия: инфракрасная и рамановская спектроскопия, фотоэмиссионная и рентгеновская спектроскопия, магнитный резонанс.							
4.	<b>Объемные наноструктурированные материалы.</b> Разупорядоченные твердотельные структуры. Методы синтеза. Механизмы разрушения традиционных поликристаллических материалов. Механические свойства. Наноструктурированные многослойные материалы. Электрические свойства. Наноструктурированные кристаллы. Теоретическое предсказание кристаллических решеток из нанокластеров. Кристаллы из металлических наночастиц. Упорядоченные решетки наночастиц в коллоидных суспензиях. Наноструктурированные кристаллы для фотоники.	3	3		10	Осн. [1, гл. 4], Осн. [3, гл. 3, 4]  Доп. [3-6]	Осн. [1, гл. 4], Осн. [3, гл. 3, 4]  Доп. [3-6]	Собеседование, устный опрос, контрольная работа
5	<b>Углеродные</b>							

	<p><b>наноструктуры.</b>  Углеродные молекулы.  Природа углеродной связи.  Новые углеродные структуры. Углеродные кластеры.  Открытие фуллерена C<sub>60</sub>.  Структура фуллерена C<sub>60</sub> и его кристаллов.  C<sub>60</sub>, легированный щелочными металлами.  Сверхпроводимость в C<sub>60</sub>.  Фуллерены с числом атомов, большим или меньшим 60.  Неуглеродные шарообразные молекулы. Углеродные нанотрубки. Методы получения. Структура.  Механические свойства.  Электрические свойства.  Применение углеродных нанотрубок. Полевая эмиссия. Топливные элементы. Химические сенсоры. Катализаторы.  Механическое упрочнение.</p>							
		2	2		10			
7	<p><b>Модуль 2</b></p> <p><b>Ферромагнетизм в наноструктурах.</b>  Основы ферромагнетизма.  Влияние</p>	5	5		21	Осн. [1, гл. 6], Осн. [2, гл. 6-8], Осн. [3, гл. 6, 7], Доп. [1]	Осн. [1, гл. 6], Осн. [2, гл. 6-8], Осн. [3, гл. 6, 7], Доп. [1]	Собеседование, устный опрос, контрольная работа

	<p>наноструктурирования объемного материала на магнитные свойства. Нанопоры в магнитных частицах. Наноклеродные ферромагнетики. Гигантское и колоссальное магнитосопротивление. Ферромагнитные жидкости.</p>							
8	<p><b>Квантовые ямы, проволоки и точки.</b> Приготовление квантовых наноструктур. Эффекты, обусловленные размерами и раз- мерностью нанообъектов. Размерные эффекты. Размерность объекта и электроны проводи- мости. Ферми-газ и плотность состояний. Потенциальные ямы. Частичная локализация. Свойства, зависящие от плотности состояний. Экситоны. Одноэлектронное туннелирование. Приложения: инфракрасные детекторы, лазеры на квантовых точках, сверхпроводимость.</p>					<p>Осн. [1, гл. 5], Осн. [2, гл. 5,6], Доп. [3]</p>	<p>Осн. [1, гл. 5], Осн. [2, гл. 5,6], Доп. [3]</p>	<p>Собеседование, устный опрос, контрольная работа</p>

9	<p><b>Биологические материалы, наномедицина.</b>  Биологические строительные блоки. Размеры строительных блоков и наноструктуры.  Полипептидные нанопроволоки и белковые наночастицы. Нуклеиновые кислоты. ДНК как сдублированная нанопроволока. Генетический код и синтез белка.  Биологические наноструктуры. Примеры белков. Мицеллы и везикулы. Многослойные пленки.  Нанодиагностика, наноконтейнеры для доставки лекарств, нанобиосенсоры, нанороботы: антираковые бионанотехнологии.</p>					<p>Осн. [1, гл. 5],  Осн. [2, гл. 5,6],  Доп. [3]</p>	<p>Осн. [1, гл. 5],  Осн. [2, гл. 5,6],  Доп. [3]</p>	<p>Собеседование, устный опрос, контрольная работа</p>
10	<p><b>Наномашины и наноприборы.</b>  Микроэлектромеханические системы.  Наноэлектромеханические системы. Изготовление: наномашины и наноприборы. Молекулярные и супрамолекулярные триггеры. __</p>					<p>Осн. [1, гл. 5],  Осн. [2, гл. 5,6],  Доп. [3]</p>	<p>Осн. [1, гл. 5],  Осн. [2, гл. 5,6],  Доп. [3]</p>	<p>Собеседование, устный опрос, контрольная работа</p>

	<b>ИТОГО</b>	18	18	18	26			
--	--------------	----	----	----	----	--	--	--

**Рейтинг-планы дисциплины**  
**Ведение в нанотехнологии**  
 Специальность 03.03.02 «Физика»,  
 курс 3, семестр 5

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Собеседование, Допуск к лабораторной работе, Защита лабораторных работ	0-5	2	0	10
Письменный опрос	0-5	2	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
Реферат	0-15	1	0	15
<b>Всего баллов за модуль</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Собеседование, Допуск к лабораторной работе, Защита лабораторных работ	0-5	2	0	10
Письменный опрос	0-5	2	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
Реферат	0-15	1	0	15
<b>Всего баллов за модуль</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Итоговой контроль (экзамен)</b>				<b>30</b>
<b>Всего баллов</b>				<b>100</b>
<b>ИТОГО за семестр по видам контроля:</b>	<b>Всего по текущему контролю – 40 баллов</b> (40% общей рейтинговой оценки) <b>Всего по рубежному контролю – 30 баллов</b>			