

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И НАНОФИЗИКИ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
физической электроники и нанофизики  
протокол № 8 «22»июня 2017 г.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой



/ Бахтизин Р.З.



/ Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина **Медицинская радиофизика. Основы нанoeлектроники**  
(наименование дисциплины)

**Факультатив**

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

**программа магистратуры**

Направление подготовки (специальность)

**03.04.03 Радиофизика**

(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки



**«Цифровые технологии обработки информации»**

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

**Магистр**

(указывается квалификация)

<p>Разработчики (составители)</p> <p><u>профессор, д.ф.-м.н., профессор</u> (должность, ученая степень, ученое звание)</p> <p><u>доцент, к.ф.-м.н.</u> (должность, ученая степень, ученое звание)</p>	 <p>/Доломатов М.Ю.</p>  <p>/Шарипов Т.И.</p>
---	---

Для приема: 2017 г.

Уфа- 2017 г.

Составитель / составители:

Доломатов М.Ю., Шарипов Т.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической электроники и нанофизики

«22»июня 2017 г., протокол № 8

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры физической электроники и нанофизики: актуализированы обязательная и дополнительная литература, рейтинг-план;  
протокол № 6 от «7 » июня 2018 г.

Заведующий кафедрой



/ Бахтизин Р.З. /

### 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	
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	14
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	15
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	20
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	21
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	22

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

При изучении дисциплины «Медицинская радиофизика. Основы наноэлектроники» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ОК-3 – готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;

ОПК-4 – способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности;

ПК-2 – способность к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет;

ПК-3 – способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики;

ПК-6 – способность внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования.

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

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция
1-й этап Знания	Иметь представление об особенностях протекания физических явлений и процессов в различных органах и системах человеческого организма	ОПК-4
	Знать о жизненно важных системах и органах человека, физических основах интроскопии, физических аспектах канцерогенеза, психологических и этических аспектах деятельности медицинского физика	ОК-3
	Знать квантовые основы наноэлектроники и молекулярной электроники Знать основные направления развития и типы нано и молекулярных устройств Знать физико-химические принципы строения нано и молекулярных структур для электроники.	ПК-2, ПК-3
	Знать процессы переноса заряда в наночастицах. Знать основные понятия квантовой механики молекул и твердых тел.	ПК-2, ПК-6
	Знать теоретические основы физических методов расчета наночастиц. Знать основные понятия квантовой механики молекул и твердых тел Знать необходимых для моделирования молекулярных и нано устройств на ЭВМ	ПК-3, ПК-6
2-й этап Умения	Уметь применять методы изучения человеческого организма, объяснять методы визуализации изображений, использования ультразвука в различных областях медицины, принципы лазерной медицинской физики;	ПК-6
	Уметь производить количественный анализ графической медико-биологической информации, определять участки роста, уменьшения, определять	ПК-2

	координаты экстремальных точек. производить основные биофизические измерения, обрабатывать результаты измерений, использовать для этого современные информационные технологии	
	Уметь интерпретировать медико-биологические процессы на основе физических закономерностей, выделять стоящие в их основе физические явления и процесс	ПК-3
	Уметь практически использовать законы молекулярной механики для исследования Уметь исследовать структурные и электронные характеристики нанoeлектронных структур.	ПК-3, ПК-2
	Уметь проводить расчеты наночастиц	ПК-3, ПК-2
	исследовать структурные и электронные характеристики нанoeлектронных структур; выполнять расчеты наночастиц с применением современных компьютерных методов Уметь использовать стандартные программы для расчета структуры наноматериалов на компьютере	ПК-6, ПК-2
3-й этап Владеть навыками	1. Владеть навыками качественного и количественного исследования биофизических характеристик организма	ПК-3
	2. Владеть навыками работы с медицинской техникой	ОПК-4
	Владеть основой моделирования графена, фуллерена, углеродных нанотрубок	ПК-3, ПК-2
	Владеть методом молекулярной механики для расчетов наночастиц	ПК-6, ПК-2
	Владеть программами расчета структурных и термодинамических характеристик наноматериалов	ПК-6, ПК-2

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

Дисциплина «Медицинская радиофизика. Основы наноэлектроники» является факультативом и относится к *вариативной* части рабочего учебного плана.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 и во 2 семестре. Данный курс предназначен для студентов направления 03.04.03 «Радиофизика».

Цели изучения дисциплины: «Медицинская радиофизика. Основы наноэлектроники»

Целью учебной дисциплины является формирование у студентов знания, навыков и умения, позволяющих самостоятельно проводить анализ работы наноэлектронных систем, принципы расчета простых электронных наноструктур, а также формирование научного физического представления о принципах передачи и формирования сигналов на основе физических эффектов, возникающих при радиофизических методах исследования нанообъектов и биологических организмов, для дальнейшего использования полученных знаний в своей профессиональной деятельности.

Курс «Медицинская радиофизика. Основы наноэлектроники» изучает: физические методы исследования нанообъектов и биологических организмов; явления и физические эффекты воздействия электромагнитного излучения различных диапазонов на биологические организмы; принципы передачи и формирования сигналов и визуализации изображений в медицинской

технике; общие вопросы теории различных наноэлектронных устройств, основ квантовой теории молекул и наночастиц, включая расчеты молекул методом молекулярной механики, рассматривает вопросы исследования структуры наночастиц: фуллеренов, графена, углеродных нанотрубок, полимерных и молекулярных полупроводников.

Данный курс -междисциплинарный, в котором пересекается физика твердого тела, физическая электроника, квантовая теория, физика полимеров, физическая и органическая химия. Поэтому переход микроэлектронных технологий на наноуровень и становление молекулярной электроники, как области науки и техники, выдвигает качественно новые требования к специалистам в этой области, которым необходимо обладать знаниями в области структуры и свойств наночастиц и технологией создания молекулярных наноустройств. Данная дисциплина является базовой в плане теоретической подготовки будущих высококвалифицированных специалистов.

Чтобы приступить к изучению дисциплины обучаемый должен владеть основными понятиями физики и методами математического анализа, линейной алгебры, комбинаторики, информатики и основ электроники, а также владеть практическими навыками с операционными системами ЭВМ - Linux, Windows, Ms. Office, а также должны знать хотя бы один алгоритмический язык высокого уровня (Maple, Matcad, Matlab и др. )

Изучение данной дисциплины базируется на межпредметных связях. Курс «Медицинская радиофизика. Основы наноэлектроники» является продолжением и развитием предшествующего курсов «Информатика», «Квантовая теория», «Электродинамика», «Общая химия», «Физические основы наноэлектроники», «Физика (электричество, магнетизм)», «Основы электротехники», «Электроника». Основные положения дисциплины должны быть использованы студентами в дальнейшем при выполнении курсовых и дипломных работ. Приступая к изучению курса «Медицинская радиофизика. Основы наноэлектроники», студенты должны владеть основными понятиями и методами математического анализа, линейной алгебры, комбинаторики, информатики и основ электроники. Приступая к выполнению лабораторных и практических занятий по «Медицинская радиофизика. Основы наноэлектроники», студенты должны свободно владеть практическими навыками работы на современных персональных компьютерах должны иметь навыки работы с операционными системами ЭВМ - Linux, Windows, Ms. Office, а также должны знать хотя бы одну информационную систему расчета молекул, например GYPERCHEM, GAUSSIAN и др.

Предусмотренные программой знания являются базой для последующего решения специалистами научных и инженерных задач и формирования квалифицированных специалистов.

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

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

Код и формулировка компетенции:

**ОК-3** – готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«зачтено»
Первый этап	Знать квантовые основы наноэлектроники и молекулярной электроники Знать основные направления развития и типы нано и молекулярных устройств Знать физико-химические принципы строения нано и молекулярных структур для электроники. Знать процессы переноса заряда в наночастицах, основные понятия квантовой механики молекул и твердых тел.	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала	Знает всё или допускает незначительные ошибки в ответах
Второй этап	Уметь практически использовать законы молекулярной механики для исследования Уметь исследовать структурные и электронные	Не умеет	Умеет все либо допускает незначительные ошибки

	характеристики нанoeлектронных структур. Уметь проводить расчеты наночастиц		
Третий этап	Владеть основной моделирования графена, фуллерена, углеродных нанотрубок	Практически не владеет	Владеет в совершенстве либо допускает незначительные ошибки

**ОПК-4** – способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«зачтено»
Первый этап	Знать теоретические основы физических методов расчета наночастиц. Знать основные понятия квантовой механики молекул и твердых тел Знать необходимых для моделирования молекулярных и нано устройств на ЭВМ	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала	Знает всё или допускает незначительные ошибки в ответах
Второй этап	Уметь исследовать структурные и электронные характеристики нанoeлектронных структур; выполнять расчеты наночастиц с применением	Не умеет	Умеет все либо допускает незначительные ошибки



	современных компьютерных методов Уметь использовать стандартные программы для расчета структуры наноматериалов на компьютере		
Третий этап	Владеть методом молекулярной механики для расчетов наночастиц Владеть программами расчета структурных и термодинамических характеристик наноматериалов	Практически не владеет	Владеет в совершенстве либо допускает незначительные ошибки

**ПК-2** – способность к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«зачтено»
Первый этап	Знать квантовые основы нанoeлектроники и молекулярной электроники, основные направления развития и типы нано и молекулярных устройств, процессы переноса заряда в наночастицах.	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала	Знает всё или допускает незначительные ошибки в ответах
Второй этап	Уметь производить количественный анализ графической медико-биологической информации, определять участки	Не умеет	Умеет все либо допускает незначительные ошибки

	роста, уменьшения, определять координаты экстремальных точек. производить основные биофизические измерения, обрабатывать результаты измерений, использовать для этого современные информационные технологии.		
Третий этап	Владеть основой моделирования графена, фуллерена, углеродных нанотрубок, методом молекулярной механики для расчетов наночастиц	Практически не владеет	Владеет в совершенстве либо допускает незначительные ошибки

**ПК-3** – способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«зачтено»
Первый этап	Знать физико-химические принципы строения нано и молекулярных структур для электроники, теоретические основы физических методов расчета наночастиц, основные понятия квантовой механики	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала	Знает всё или допускает незначительные ошибки в ответах

	молекул и твердых тел.		
Второй этап	Уметь интерпретировать медико-биологические процессы на основе физических закономерностей, выделять стоящие в их основе физические явления и процесс, исследовать структурные и электронные характеристики наноэлектронных структур.	Не умеет	Умеет все либо допускает незначительные ошибки
Третий этап	Владеть навыками качественного и количественного исследования биофизических характеристик организма	Практически не владеет	Владеет в совершенстве либо допускает незначительные ошибки

**ПК-6** – способность внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«зачтено»
Первый этап	Знать процессы переноса заряда в наночастицах, основные понятия квантовой механики молекул и твердых тел.	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала	Знает всё или допускает незначительные ошибки в ответах
Второй этап		Не умеет	Умеет все либо

	Уметь применять методы изучения человеческого организма, объяснять методы визуализации изображений, использования ультразвука в различных областях медицины, принципы лазерной медицинской физики;		допускает незначительные ошибки
Третий этап	Владеть программами расчета структурных и термодинамических характеристик наноматериалов	Практически не владеет	Владеет в совершенстве либо допускает незначительные ошибки

**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	Знать о жизненно важных системах и органах человека, физических основах интроскопии, физических аспектах канцерогенеза, психологических и этических аспектах деятельности медицинского физика	ОК-3, ОПК-4	контрольные работы; Доклад; зачет
	Знать квантовые основы наноэлектроники и молекулярной электроники Знать основные направления развития и типы нано и молекулярных устройств Знать физико-химические принципы строения нано и	ПК-2, ПК-3	

	молекулярных структур для электроники.		
	Знать процессы переноса заряда в наночастицах. Знать основные понятия квантовой механики молекул и твердых тел.	ПК-2, ПК-6	
	Знать теоретические основы физических методов расчета наночастиц. Знать основные понятия квантовой механики молекул и твердых тел Знать необходимых для моделирования молекулярных и нано устройств на ЭВМ	ПК-3, ПК-6	
2-й этап Умения	Уметь применять методы изучения человеческого организма, объяснять методы визуализации изображений, использования ультразвука в различных областях медицины, принципы лазерной медицинской физики; основные биофизические измерения, обрабатывать результаты измерений, использовать для этого современные информационные технологии	ПК-6, ПК-2, ОПК-4	контрольные работы; Доклад; зачет
	Уметь практически использовать законы молекулярной механики для исследования Уметь исследовать структурные и электронные характеристики нанoeлектронных структур.	ПК-2, ПК-3	
	Уметь проводить расчеты наночастиц	ПК-2, ПК-6	
	исследовать структурные и электронные характеристики нанoeлектронных структур; выполнять расчеты наночастиц с применением современных компьютерных методов Уметь использовать стандартные программы для расчета структуры наноматериалов на	ПК-3, ПК-6	

	компьютере		
3-й этап Владеть навыками	Владеть навыками работы с медицинской техникой и принципами исследования биофизических характеристик организма	ОПК-4, ПК-3	
	Владеть основной моделью графена, фуллерена, углеродных нанотрубок	ПК-2, ПК-3	контрольные работы; Доклад; зачет
	Владеть методом молекулярной механики для расчетов наночастиц	ПК-2, ПК-6	
	Владеть программами расчета структурных и термодинамических характеристик наноматериалов	ПК-3, ПК-6	

### Примерные вопросы к зачету

Зачет является итоговым оценочным средством для данной компетенции.

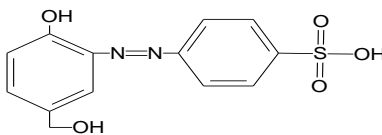
Примерные вопросы к зачету:

1. Электродуговые и электрохимические методы взрыва проволок.
2. Трубочатые структуры.
3. Электронные устройства на основе легированных нанотрубок.
4. Нановолокна и нанотрубки углеродные нанотрубки.
5. Синтез нанотрубок. Графеновая электроника.
6. Синтез графенов .
7. Фуллерены и фуллереноподобные структуры .
8. Технология полимерных, пористых, трубчатых и биологических наноматериалов.
9. Уравнения Рутана
10. Приближение Хартри-Фока.
11. Определение структуры наночастиц методом молекулярной механики
12. Электронная структура углеродных молекул
13. Электрон в одно- двумерных потенциальных ящиках.
14. Туннельные эффекты в наноструктурах.
15. Электронные состояния для трехмерных, двумерных, одномерных структур.
16. Теория молекулярных орбиталей (МО), и теоретические методы оценки электронной структуры молекул.
17. методы МО-ЛКАО,
18. Электрон-фононное взаимодействие.

## Контрольная работа

Пример контрольной работа №1 (вариант 1).

**Задание:** Используя простой метод Хюккеля в системе MAPLE\_7, а также метод РМЗ Рутана-Хартри-Фока рассчитать максимумы полос поглощения и сравнительные значения ПИ и СЭ для красителей, входящих в состав активных лазерных сред и квантовых точек. Полученные результаты сравнить с экспериментом.

№	наименования красителей	структурная формула красителей	экспериментальные значения		
			ИСО, нм л моль <sup>-1</sup> см <sup>-1</sup>	ПИ, эВ	СЭ, эВ
1	2	3	4	5	6
1	кислотный для квантовых точек	 $\lambda=580$ нм	1448,62	9,27	0,11

### **Критерии оценивания решения контрольных заданий:**

- 5 баллов выставляется студенту, если задача решена абсолютно верно;
- 4 балла выставляется студенту, если при верном решении в общем виде допущена ошибка в числовых расчетах или при правильном ответе опущены некоторые промежуточные этапы решения или допущена не принципиальная ошибка в исходных уравнениях;
- 3 балла выставляется студенту, если отсутствует одно из необходимых исходных уравнений или допущена принципиальная ошибка в исходных уравнениях, но присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа (задача решена наполовину);
- 1-2 балла выставляется студенту, если верно записана только часть необходимых исходных уравнений, при этом отсутствуют какие-либо математические преобразования, направленные на получение ответа или они ошибочны.
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе или когда ответ не соответствует условию задачи.

### Примерные темы для докладов

1. Равновесная термодинамика наносостояния
2. Термодинамика поверхностных свойств наночастиц
3. Особенности фазовых переходов и кинетики в наносистемах
  - а. Явления переноса в наносистемах
  - б. Наночастицы, как квантовые и классические объекты
4. Методы молекулярной динамики в расчете наночастиц
5. Квазичастицы в молекулярной и наноэлектронике
6. Метаматериалы и фотонные кристаллы
7. Роль поверхности наночастиц. Общая характеристика наносостояния.
8. Особенности поверхности наночастиц и ее влияние на физ. свойства
9. Уникальные оптические свойства наноструктур

10. Уникальные механические свойства наноструктур
11. перспективы молекулярной наноэлектроники и спинтроники
12. Определение наноструктуры с позиции физики и химии твердого тела.
13. Термодинамическая обусловленность образования кластеров и наночастиц.
14. Зависимость температуры плавления от размера наночастиц.
15. Значение поверхностного натяжения на границах поверхности наноматериалов.
16. Транспортные явления, процессы переноса импульса, тепла, зарядов и массы в низкоразмерных системах.

### 1. Публикация статей – 5 баллов

Критерии	Оценка (в баллах)	
Тип работы	Реферативная работа	0,1
	Работа носит исследовательский характер	0,3
	Работа является исследованием	0,6
Использование известных данных и научных фактов	Не использует никаких данных	0
	Автор использовал известные данные	0,4
	Использованы уникальные научные данные	0,6
Полнота цитируемой литературы, ссылка на ученых	Использован учебный материал	0,1
	Использованы специализированные издания	0,3
	Использованы интернет ресурсы	0,6
Актуальность работы	Изучение вопроса не является актуальным	0
	Представленная работа привлекает интерес своей актуальностью	0,4
	Работа содержит научный характер	0,6
Степень новизны полученных результатов	Работа не содержит ничего нового	0
	В работе доказан уже установленный факт	0,4
	В работе получены новые данные	0,6

### 2. Участие в конференции- 5 баллов

Творческий подход к отбору и структурированию материала	-	1 балл
Новизна и самостоятельность при постановке проблемы	-	1 балл
Выступление не является простым чтением с экрана	-	1 балл
В выступлении дополняются и раскрываются ключевые моменты, представленные на слайдах	-	1 балл
Во время выступления поддерживается зрительный контакт с аудиторией, речь отличается богатством интонаций	-	1 балл



**5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**  
**5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**Основная литература:**

1. Костылев В.А., Наркевич Б.Я. Медицинская физика: учебное пособие. М: Медицина, 2008
2. Марусина М.Я., Казначеева А.О. Современные виды томографии: учебное пособие. СПб, 2006
3. Ю. Доломатов Основы наноэлектроники. Учебное пособие. – Уфа : РИНЦ Баш. ГУ-2015, 206с. [В библиотечном фонде БашГУ имеется 25 экз.]
4. Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин Физические и химические основы нанотехнологий .— М. : Физматлит, 2009 .— 456 с. — Библиогр.: с. 448 .— ISBN 978-5-9221-0988-8 : 812 р. 13 к.
5. Доломатов М.Ю., Бахтизин Р.З. Исследование молекулярной и электронной структуры молекул и наночастиц. Лабораторный практикум по физическим основам наноэлектроники / Учебное пособие для студентов физических специальностей Вузов - Уфа: РИО БашГУ, 2012.- 120 с. [В библиотечном фонде БашГУ имеется 25 экз.]
6. М.Ю. Доломатов, Р.З. Бахтизин, Д.О. Шуляковская Исследования электронных характеристик и свойств молекул и наночастиц. Учебное пособие. – Уфа : РИНЦ Баш. ГУ-2014, 214 с. [В библиотечном фонде БашГУ имеется 25 экз.]

**Дополнительная литература**

1. Т.В. Андрухова, В.И. Букатый. Лазеры в медицине: учебное пособие. Барнаул: Азбука, 2009
2. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований / Под ред. М. К. Роко, Р. С. Вильямса, П. Аливисатоса; Пер.с англ. под ред. Р.А. Андриевского. — М.: Мир, 2002. — 292 с.
3. Ч. Пул, Ф. Оуэнс. Нанотехнологии. Мир материалов и технологий. Техносфера, Москва, 2005.
4. Суздалев И. Л, Суздалев П. И. Нанокластеры и нанокластерные системы. Организация, взаимодействие, свойства // Успехи химии. — 2001. — Т. 70.-№3.-С. 203-240.
5. Чеботин В.Н. Физическая химия твердого тела. М.: Химия, 1982. 320с.
6. Алферов Ж. И. Двойные гетероструктуры: концепция применения в физике, электронике и технологии. Нобелевская лекция по физике //Успехи физических наук. — 2002. — Т. 172. — № 9. — С. 1068 —1086.
7. Киселев В. Ф., Козлов С.Н., Зотеев А. В. Основы физики поверхности твердого тела. — М.: Изд-во МГУ, 1999. — 284 с.
8. Лен Ж.-М. Супрамолекулярная химия. Концепции и перспективы /Пер. с англ. под ред. В. В. Власова, А. А. Варнека. — Новосибирск: Наука, 1998.-334 с.
9. Морохов И. Д., Трусов Л. И., Лаповок В. Н. Физические явления в ультрадисперсных средах. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 224 с.
10. Глезер А. М. Аморфные и нанокристаллические структуры: сходства, различия, взаимные переходы // Российский химический журнал. —2002. - Т. 46. -№ 5. - С. 50-56.
11. Мильвидский М. Г., Чельшев ВВ. Наноразмерные кластеры в полупроводниках — новый подход к формированию свойств материалов // Физика и техника полупроводников. — 1998. — Т. 32, — № 5. — С. 513 — 530.
12. Озерин А. И. Наноструктуры в полимерах: получение, структура, свойства // Проблемы и достижения физико-химической и инженерной науки в области наноматериалов: Труды 7-й сессии / Под ред. В. А. Махлина. - М.: ГНЦ РФ НИФХИ им. Л.Я. Карпова, 2002. - Т. 1. - С. 186-204.
13. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия, 2000.

14. Помогайло А. Д. Металлополимерные наноконкомпозиты с контролируемой молекулярной архитектурой // Российский химический журнал. —2002. - Т. 46. -№5. - С. 64-73.
15. Симон Ж., Андре Ж. "Молекулярные полупроводники". М.: Мир, 1988.
16. У.А.Харрисон. "Электронная структура и свойства твердых тел". М.: Мир, 1986.
17. Рамбиди А.Г. "Принципы молекулярной электроники". Поверхность, 2006, №8, с.1.
18. Колпаков А.В. "Дифракция рентгеновских лучей в сверхрешетках", 1992.
19. Хорман М. "Полупроводниковые сверхрешетки". М.: Наука, 2009.
20. Елецкий А.В. "Углеродные нанотрубки". Успехи физических наук, 1997, вып.9, с.945.
21. Лозовик Ю.Е., Попов А.М. "Образование и рост углеродных нанострун – фуллеренов, наночастиц, нанотрубок и конусов". Успехи физических наук, 1997, вып.7, с.751.

### **Периодическая литература**

1. Успехи химических наук . Научно-технический журнал. Изд. Москва, Наука
2. Успехи физики . Научно-технический журнал. Изд. Москва, Наука

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

### **А). Ресурсы Интернет.**

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 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/>

### **Б). Электронные ресурсы (дополнение списка литературы)**

1. О. П. Кормилицын, Ю. А. Шукейло . Механика материалов и структур нано- и микротехники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Электрон. дан. и прогр. — М. : Академия, 2008 .— Электрон. версия печ. публикации .— Систем. требования: IBM PC; Microsoft Windows 95/98/XP. ISBN978-5-7695-4093-6URL: <http://bashedu.bibliotech.ru/Account/LogOn>>.

2. Перст .перспективные нанотехнологии . Наноструктуры, сверхпроводники, фуллерены Экспресс-бюллетень ПерстТ издается совместной информационной группой ИФТТ РАН и РИЦ «Курчатовский институт» <http://perst.issp.ras.ru>

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

Для проведения лекционных занятий используется аудиторный фонд физико-технического института.

<b>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</b>	<b>Вид занятий</b>	<b>Наименование оборудования, программного обеспечения</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Аудитория 313	Лекции	Доска, мел, мультимедийный проектор, акустическая система, экран; учебная и научная литература по курсу; видеозаписи, связанные с программой курса, компьютерные демонстрации, технические возможности для их просмотра и прослушивания, программы: Windows, MS Power Point
Аудитория	Практические занятия	Для проведения лабораторного практикума предназначена лаборатория, укомплектованная лабораторными стендами, измерительными приборами (осциллографы, мультиметры, и т.д.). Наличие компьютерных программ общего назначения.

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Медицинская радиофизика. Основы наноэлектроники» на 1 и 2 семестр  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Рабочую программу осуществляют:

Лекции и практические занятия по «Основам наноэлектроники» - 2 семестр

Профессор кафедры физической электроники и нанопластики, д.хим.н. Доломатов М.Ю.  
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

Лекции и практические занятия по «Медицинская радиофизика»- 1 семестр

Доцент кафедры физической электроники и нанопластики, к.ф.-м.н. Шарипов Т.И.  
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	60.4
Лекций	
1 семестр	-
2 семестр	18
практических/ семинарских	
1 семестр	32
2 семестр	10
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	
1 семестр	0.2
2 семестр	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	
1 семестр	3.8
2 семестр	7.8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	-

Форма контроля: \_\_\_\_\_ зачет \_\_\_\_\_

№ 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	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1: фундаментальная база нанoeлектроники</b>								
1.	1. Равновесная термодинамика наносостояния 2. Термодинамика поверхностных свойств наночастиц 3. Особенности фазовых переходов и кинетики в наносистемах а. Явления переноса в наносистемах б. Наночастицы, как квантовые и классические объекты 4. Методы молекулярной динамики в расчете наночастиц 5. Методы	9	5	-	3	О [1,2,4], Д [4,9]	По списку заданий	Текущие проверки конспектов, изучения литературы, семинар, контрольная работа

	<p>Хартри Фока, и молекулярной механики в расчете структурных характеристик и физических свойств наночастиц.</p> <p>6. Методы теории функционала плотности в расчете молекул и наночастиц</p> <p>7. Квазичастицы в молекулярной и наноэлектронике</p> <p>8. Метаматериалы и фотонные кристаллы</p>							
--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Модуль2: функциональная наноэлектроника**

4.	<p>1. Теоретические основы нанолитографии</p> <p>2. Гетероструктуры- квантовые точки, нанодиоды, нано-молекулярные полевые транзисторы</p> <p>3. Молекулярные логические электронные элементы</p> <p>4. Принципы квантового расчета молекулярных полевых туннельных</p>	9	5	-	3	O[4], Д [3], [16]	По списку заданий	Текущие проверки конспектов, изучения литературы, семинар, контрольная работа
----	---	---	---	---	---	-------------------	-------------------	---

транзисторов и переключателей 5. Наноантенны и колебательный контур на наночастицах 6. Нанопреобразователи энергии Моделирование динамики взаимодействия и самоорганизации наночастиц								
<b>Всего часов:</b>	18	10	-	6				

