


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол от «05» июня 2018 г. №7
Зав. кафедрой _____ / Салихов Р.Б.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

 _____ / Балапанов М.Х.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина **НАНОТЕХНОЛОГИЯ В ЭЛЕКТРОНИКЕ**

(наименование дисциплины)

_____ дисциплина по выбору _____

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

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

11.03.04 электроника и нанoeлектроника,

(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

_____ Электронные приборы и устройства _____


(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

_____ Бакалавр _____

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)
профессор, д.ф.-м.н., профессор
(должность, ученая степень, ученое звание)

 _____ / Салихов Р.Б.
(подпись/ Ф.И.О.)

Для приема: 2018г.

Уфа 2018г.

Составитель / составители: д.ф.-м.н., профессор Салихов Р.Б.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и нанoeлектроники, протокол № 7 от «5» июня 2018 г.

Заведующий кафедрой



/ Салихов Р.Б./

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	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	7
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	7
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	13
<i>4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	15
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	16
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	16
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	16
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	17

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-1- способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

ОПК-7- способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

ПК-1- способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования

Табл. 1

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать основные принципы ресурсопользования в технологии; свойства и структуру всевозможных углеродных форм, а также их основные физико-химические характеристики; классификацию методов синтеза углеродных нанотрубок (УНТ); методы описания электронной структуры низкоразмерных объектов	ОПК-1	
	2. Знать механизмы формирования наноструктур в том числе и то как именно наноструктуры встраиваются в макроструктуру; современные технические приложения, использующие УНТ; основные экспериментальные методы изучения структуры, электрических и магнитных свойств наноматериалов.	ОПК-7	
	3. Знать определения, отличительные черты, классификацию наночастиц, нанотехнологий, квантоворазмерных структур, сложных (бинарных, тритичных и т.д.) полупроводниковых монокристаллических материалов, гетероструктур и гетеропереходов, сверхрешеток, нанотрубок, магнитных мультислоёв, нитевидных нанокристаллов (полупроводниковых нановискеров), транзисторов с высокой подвижностью электронов.	ПК-1	
Умения	Уметь применять полученные знания в области современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности; строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.	ПК-1	

	ного назначения; использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;		
	1. Уметь исследовать структуру и морфологию наноматериалов методами электронной и зондовой микроскопии;	ОПК-1	
	2. Уметь формировать макеты нанoeлектронных устройств на основе пленочных наноструктур и определять их базовые характеристики	ОПК-7	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть методами оценки основных нанотехнологических процессов для создания материалов электронной техники; справочным аппаратом для выбора требуемых нанотехнологий для конкретных задач;	ОПК-1	
	1. Владеть методами расчета нанoeлектронных приборов, методами исследования физических свойств наноструктур, методами теоретического анализа физических процессов нанoeлектроники;	ПК-1	
	3. Владеть навыками экспериментального исследования особенностей применения нанотехнологических процессов для создания материалов и элементов электронной техники.	ОПК-7	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нанотехнология в электронике» относится к *выборочной* части рабочего учебного плана.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

Цели изучения дисциплины: «Нанотехнология в электронике» » дает информацию о тех нанотехнологиях, которые используются при создании новой электронной компонентной базы, приборов и устройств на их основе

Данный курс предназначен для студентов направления 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника». Курс «Нанотехнология в электронике» рассматриваются вопросы и дает информацию о тех нанотехнологиях, которые используются при создании новой электронной компонентной базы, приборов и устройств на их основе.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать знаниями следующих дисциплинах, изучаемых ранее: «информатика», «инженерная и компьютерная графика», «прикладная информатика», "высшая математика", "физика", «специальные разделы физики», «электротехника и электроника, а также специальные курсы, содержащие разделы теории и расчета электронных приборов и устройств.

Дисциплина «Нанотехнология в электронике» призвана помочь студентам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение выпускной классифицированной работы.

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 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

Зачет:

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать основные принципы ресурсопользования в технологии; свойства и структуру всевозможных углеродных форм, а также их основные физико-химические характеристики; классификацию методов синтеза углеродных нанотрубок (УНТ); методы описания электронной структуры низкоразмерных объектов	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины	Сформированные (возможно неполные) представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины
Второй этап (уровень)	Уметь исследовать структуру и морфологию наноматериалов методами электронной и зондовой микроскопии;	Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения,	В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, определения,
Третий этап (уровень)	Владеть методами оценки основных нанотехнологических процессов для создания материалов электронной техники; справочным аппаратом для выбора требуемых нанотехнологий для конкретных задач;	Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальными навыками, формированием технического предложения, включающего: анализ и уточнение технического задания; согласование технического задания на проектируемое радиоэлектронное устройство или систему; определение вариантов структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы; выбор оптимального алгоритма обработки сигнала; разработкой эскизного проекта, включающего: выбор структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения тех-	В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками, формированием технического предложения, включающего: анализ и уточнение технического задания; согласование технического задания на проектируемое радиоэлектронное устройство или систему; определение вариантов структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы; выбор оптимального алгоритма обработки сигнала; разработкой эскизного проекта, включающего: выбор структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; расчет всех необхо-

		<p>нических и экономических требований; расчет всех необходимых показателей структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы, в том числе показателей качества; выбор и обоснование схемы вспомогательных устройств; подготовкой технического проекта, включающего: разработку принципиальной схемы всего радиоэлектронного устройства и отдельных его деталей, и узлов; выбор типа элементов с учетом технических требований к разрабатываемому устройству, экономической целесообразности и предполагаемой технологии его изготовления; технико-экономическим обоснованием принятого решения с расчетами себестоимости устройства</p>	<p>димых показателей структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы, в том числе показателей качества; выбор и обоснование схемы вспомогательных устройств; подготовкой технического проекта, включающего: разработку принципиальной схемы всего радиоэлектронного устройства и отдельных его деталей, и узлов; выбор типа элементов с учетом технических требований к разрабатываемому устройству, экономической целесообразности и предполагаемой технологии его изготовления; технико-экономическим обоснованием принятого решения с расчетами себестоимости устройства</p>
--	--	---	--

ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности:

Зачет

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап (уровень)	<p>Знать методическую и нормативную базу в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств: технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники; основная аппаратура для измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов; основы схемотехники; современная элементная база; современные отечественные и зарубежные пакеты про-</p>	<p>Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины</p>	<p>Сформированные (возможно неполные) представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины</p>

	грамм для решения схемотехнических, системных и сетевых задач; методы конструирования и производства радиоэлектронной техники; методы выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники; современные компьютерные средства, средства коммуникации и связи; основы экономики и организации труда		
Второй этап (уровень)	Уметь осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радио-технических систем; проектировать конструкции радиоэлектронных средств; отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий; проводить необходимые экономические расчеты и технико-экономические обоснования принятых решений по разработке радиоэлектронных устройств и систем	Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения, осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радио-технических систем; проектировать конструкции радиоэлектронных средств; отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий; проводить необходимые экономические расчеты и технико-экономические обоснования принятых решений по разработке радиоэлектронных устройств и систем	В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, определения, осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радио-технических систем; проектировать конструкции радиоэлектронных средств; отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий; проводить необходимые экономические расчеты и технико-экономические обоснования принятых решений по разработке радиоэлектронных устройств и систем
Третий этап (уровень)	Владеть формированием технического предложения, включающего: анализ и уточнение технического задания; согласование технического задания на проектируемое радиоэлектронное устройство или систему; определение вариантов структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы; выбор оптимального алгоритма обработки сигнала; разработкой эскизного проекта, включающего: выбор структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы	Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальными формированиями технического предложения, включающего: анализ и уточнение технического задания; согласование технического задания на проектируемое радиоэлектронное устройство или систему; определение вариантов структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы; выбор оптимального алгоритма обработки сигнала; разработкой эскизного проекта, включающего: выбор структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения	В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками формированием технического предложения, включающего: анализ и уточнение технического задания; согласование технического задания на проектируемое радиоэлектронное устройство или систему; определение вариантов структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы; выбор оптимального алгоритма обработки сигнала; разработкой эскизного проекта, включающего: выбор структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; расчет всех необходимых показателей структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы, в том числе показателей

	<p>мы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; расчет всех необходимых показателей структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы, в том числе показателей качества; выбор и обоснование схемы вспомогательных устройств; подготовкой технического проекта, включающего: разработку принципиальной схемы всего радиоэлектронного устройства и отдельных его деталей, и уз-лов; выбор типа элементов с учетом технических требований к разрабатываемому устройству, экономической целесообразности и предполагаемой технологии его</p>	<p>технических и экономических требований; расчет всех необходимых показателей структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы, в том числе показателей качества; выбор и обоснование схемы вспомогательных устройств; подготовкой технического проекта, включающего: разработку принципиальной схемы всего радиоэлектронного устройства и отдельных его деталей, и уз-лов; выбор типа элементов с учетом технических требований к разрабатываемому устройству, экономической целесообразности и предполагаемой технологии его</p>	<p>качества; выбор и обоснование схемы вспомогательных устройств; подготовкой технического проекта, включающего: разработку принципиальной схемы всего радиоэлектронного устройства и отдельных его деталей, и уз-лов; выбор типа элементов с учетом технических требований к разрабатываемому устройству, экономической целесообразности и предполагаемой технологии его</p>
--	---	---	---

ПК-1- способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования

Зачет:

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать определения, отличительные черты, классификацию наночастиц, нанотехнологий, квантоворазмерных структур, сложных (бинарных, третичных и т.д.) полупроводниковых монокристаллических материалов, гетероструктур и гетеропереходов, сверхрешеток, нанотрубок, магнитных мультислоёв, нитевидных нанокристаллов (полупроводниковых нановискеров), транзисторов с высокой подвижностью электронов.	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины	Сформированные (возможно неполные) представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины

<p>Второй этап (уровень)</p>	<p>Уметь применять полученные знания в области современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности; строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;</p>	<p>Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения,</p>	<p>В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, определения,</p>
<p>Третий этап (уровень)</p>	<p>Владеть методами расчета наноэлектронных приборов, методами исследования физических свойств наноструктур, методами теоретического анализа физических процессов наноэлектроники;</p>	<p>Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальными навыками, формированием технического предложения, включающего: анализ и уточнение технического задания; согласование технического задания на проектируемое радиоэлектронное устройство или систему; определение вариантов структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы; выбор оптимального алгоритма обработки сигнала; разработкой эскизного проекта, включающего: выбор структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; расчет всех необходимых показателей структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы, в том числе показателей качества; выбор и обоснование схемы вспомогательных устройств; подготовкой технического проекта, включающего: разработку принципиальной схемы всего радиоэлектронного устройства и отдельных его деталей, и узлов; выбор типа элементов с учетом технических требований к разрабатываемому устройству, экономической целесообразности и предполагаемой технологии его изготовления; технико-экономическим обосновани-</p>	<p>В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками, формированием технического предложения, включающего: анализ и уточнение технического задания; согласование технического задания на проектируемое радиоэлектронное устройство или систему; определение вариантов структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы; выбор оптимального алгоритма обработки сигнала; разработкой эскизного проекта, включающего: выбор структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; расчет всех необходимых показателей структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы, в том числе показателей качества; выбор и обоснование схемы вспомогательных устройств; подготовкой технического проекта, включающего: разработку принципиальной схемы всего радиоэлектронного устройства и отдельных его деталей, и узлов; выбор типа элементов с учетом технических требований к разрабатываемому устройству, экономической целесообразности и предполагаемой технологии его изготовления; технико-экономическим обоснованием принятого решения с расчетами себестоимости устройства</p>

		ем принятого решения с расчетами себестоимости устройства	
--	--	---	--

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

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 методическая и нормативная база в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств : технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники; основная аппаратура для измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов; основы схемотехники; современная элементная база; современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения схемотехнических, системных и сетевых задач ; методы конструирования и производства радиоэлектронной техники; методы выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники; современные компьютерные средства, средства коммуникации и связи;	ОПК-6	Устный опрос, коллоквиум

	основы экономики и организации труда		
	Знать методическая и нормативная база в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств: технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники; основная аппаратура для измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов; основы схемотехники; современная элементная база; современные отечественные и зарубежные пакеты про-грамм для решения схемотехнических, системных и сетевых задач; методы конструирования и производства радиоэлектронной техники; методы выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники; современные компьютерные средства, средства коммуникации и связи; основы экономики и организации труда	ОПК-7	
	Знать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и других нормативных документов	ПК-2	
2-й этап Умения	Уметь осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радио-технических систем; проектировать конструкции радиоэлектронных средств; отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий; проводить необходимые экономические расчеты и технико-экономические обоснования принятых решений по разработке радиоэлектронных устройств и систем	ОПК-6	Устный опрос, коллоквиум

	<p>Уметь осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радио-технических систем; проектировать конструкции радиоэлектронных средств; отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий; проводить необходимые экономические расчеты и технико-экономические обоснования принятых решений по разработке радиоэлектронных устройств и систем</p>	ОПК-7	
	<p>Уметь разрабатывать нормативно-техническую документацию в области применения изделий нано- и микро-системной техники</p>	ПК-2	
<p>3-й этап</p> <p>Владеть навыками</p>	<p>Владеть формированием технического предложения, включающего: анализ и уточнение технического задания; согласование технического задания на проектируемое радиоэлектронное устройство или систему; определение вариантов структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы; выбор оптимального алгоритма обработки сигнала; разработкой эскизного проекта, включающего: выбор структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; расчет всех необходимых показателей структурной схемы радиоэлектронного устройства или системы, в том числе показателей качества; выбор и обоснование схемы вспомогательных устройств; подготовкой технического проекта, включающего: разработку принципиальной схемы всего радиоэлектронного устройства и отдельных его деталей, и узлов; выбор типа элементов с учетом технических требований к разрабатываемому устройству, экономической целесообразности и предполагаемой технологии его изготовления; технико-экономическим обоснованием принятого решения с расчетами себестоимости устройства.</p>	ОПК-6	Устный опрос, коллоквиум

4.3 Рейтинг-план дисциплины

(при необходимости)

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Вопросы к коллоквиуму:

1. Молекулярные сверхпроводники
2. Сопряженные полимеры
3. Электропроводность сильнолегированных полимеров
4. Солитоны. Поляроны.
5. Транспорт в структурах металл-молекула-металл
6. Органические светодиоды
7. Полимерные металл окомпозиты
8. Методы получения наногофрированных структур
9. Методы зондовой нанотехнологии
10. Свойства полимеров
11. Полимерная электроника
12. Процессы молекулярно-лучевой и газофазной эпитаксии.
13. Процессы на поверхности и в приповерхностных слоях
14. Общая характеристика нанотехнологий
15. Методы получения упорядоченных наноструктур

Вопросы на коллоквиум

На коллоквиуме задается 5 вопроса из списка. На подготовку дается 15 минут.

1. Методы получения наногофрированных структур
2. Методы зондовой нанотехнологии
3. Методы получения упорядоченных наноструктур
4. Молекулярные сверхпроводники
5. Транспорт в структурах металл-молекула-металл

Критерии оценки (в баллах)

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов | <i>5 баллов</i> |
| 2. Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но имеются один или несколько недостатков | <i>2 балла</i> |
| 3. Нет правильного ответа | <i>0 баллов</i> |

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Лозовский, В.Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Лозовский, С.В. Лозовский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 332 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/113943>.

2. Салихов, Р.Б. Введение в нанoeлектронику [Электронный ресурс] : практикум / авт.- сост. Р.Б. Салихов ; Башкирский государственный университет .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2017 .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .— <URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Salihov_Vvedenie v nanoelektroniku_pr_2017.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Salihov_Vvedenie_v_nanoelektroniku_pr_2017.pdf)>

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

1	Электронно-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	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	http://www.biblioclub.ru/
3	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	http://e.lanbook.com/

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

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория 415 (физико-математический корпус учебное)	Лекции	Мультимедийный проектор, экран, доска
учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория 415 (физико-технического корпус учебное)	Практические занятия	Мультимедийный проектор, экран, доска
учебная аудитория для консультирования и промежуточной аттестации: аудитория 415	консультирования и промежуточная аттестация	Мультимедийный проектор, экран, доска
помещения для самостоятельной работы: читальный зал № 2 (физико-математический корпус учебное)	Самостоятельная работа	Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 5 шт., принтер – 1 шт., сканер- 1 шт.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕ-
ЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Нанотехнология в электронике на 4 семестре
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисци- плины
	<u>4 семестр</u>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	48,2
лекций	16
практических/ семинарских	32
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	95,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	-

Форма(ы) контроля:

зачет 4 семестр

8 семестр

№ 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
Модуль 1:								
1.	Основные сведения о материалах электронной техники. Классификация материалов. Строение материалов. Рентгеноструктурный анализ.	2	4		12	[1]: §1.1-1.3	Найти дополнительную информацию по пройденной теме	Устный опрос
2.	Проводники. Физическая природа электропроводности металлов. Температурная зависимость удельного сопротивления металлов. Влияние структурных дефектов на удельное сопротивление металлов.	2	4		12	[1]: §3.1-3.2	Найти дополнительную информацию по пройденной теме	Устный опрос
3.	Сверхпроводимость и ее применение в науке и технике. Эффекты Мейснера и Джозефсона.	2	4		12	[1]: 3.3 [2]:	Найти дополнительную информацию по пройденной теме	Устный опрос
4	Электропроводность металлов в тонких слоях. Контактная разность потенциалов, термо-ЭДС и термопары.	2	4		12	[1]: §4.7-4.8 [2]:	Найти дополнительную информацию по пройденной теме	Устный опрос
5	Металлы высокой проводимости. Материалы высокотемпературной сверхпроводимости. Металлы с повышенным удельным сопротивлением.	2	4		12	[1]: § 3.2-3.4, [2]:	Найти дополнительную информацию по пройденной теме	Устный опрос, Коллоквиум

Модуль2:								
6	Полупроводники. Собственные и примесные полупроводники, их энергетические диаграммы. Температурная зависимость проводимости полупроводников. Рекомбинация неравновесных носителей заряда в полупроводниках.	2	4		12	[1]:§ 4.1-4.3, [2]:	Найти дополнительную информацию по пройденной теме	Устный опрос
7	Эффект Холла в полупроводниках. Электропроводность полупроводников в сильном электрическом поле.	2	4		12	[1]:§ 4.7, 4.8 [2]:	Найти дополнительную информацию по пройденной теме	Устный опрос
8	Методы очистки и выращивания полупроводниковых кристаллов. Основные свойства германия и кремния, особенности технологии и область применения. Полупроводниковые химические соединения.	2	4		11,8	[1]:§ 5.2-5.4, [2]:	Найти дополнительную информацию по пройденной теме	Устный опрос, Коллоквиум
Всего часов:		16	2		47,8			

Рейтинг-план дисциплины
Нанотехнология в электронике

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность Электроника и наноэлектроника
курс 2, семестр 4

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1:			0	50
Текущий контроль	5	5	0	25
1. Коллоквиум	5	5	0	25
Рубежный контроль	5	5	0	25
1. Коллоквиум	5	5	0	25
Модуль2: полупроводники			0	50
Текущий контроль	5	5	0	25
1. Коллоквиум	5	5	0	25
Рубежный контроль	5	5	0	25
1. Коллоквиум	5	5	0	25
Поощрительные баллы				
1. Участие в конференциях, публикация статей	10	1	0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
1. Зачет (дифференцированный зачет)				