

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол от №5 от 17.02.2021

Согласовано:
Председатель УМК физико-
технического института

Зав. кафедрой _____ / Салихов Р.Б

_____ / Балапанов М.Х.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина НАНОЭЛЕКТРОНИКА

(наименование дисциплины)

Часть, формируемая участниками образовательных отношений

(Указать часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений, факультатив))

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

11.03.04 электроника и нанoeлектроника,

(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

Электронные приборы и автоматизированные системы

(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: 2021г.
Уфа 2021г.

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

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и нанoeлектроники протокол от №5 от 17.02.2021

Заведующий кафедрой


_____ / Салихов Р.Б./

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
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
 - 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
 - 4.3. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)*
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

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:

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	<p>ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения</p>	<p>ПК-1.1. Знать: определения, отличительные черты, классификацию наночастиц, квантово-размерных структур, сложных полупроводниковых кристаллических материалов, гетероструктур и гетеропереходов, сверхрешеток, нанотрубок; транзисторов с высокой подвижностью электронов, интерференционных и туннельных транзисторов, FIN FET транзисторов; методы молекулярно-лучевой эпитаксии, эпитаксии из органических соединений; механизмы роста гетероструктур в нанoeлектронике</p> <p>ПК-1.2. 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; использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</p> <p>ПК-1.3. Владеть: методами расчета нанoeлектронных приборов, методами исследования физических свойств наноструктур, методами теоретического анализа физических процессов нанoeлектроники</p>	<p>Знать: определения, отличительные черты, классификацию наночастиц, квантово-размерных структур, сложных полупроводниковых кристаллических материалов, гетероструктур и гетеропереходов, сверхрешеток, нанотрубок; транзисторов с высокой подвижностью электронов, интерференционных и туннельных транзисторов, FIN FET транзисторов; методы молекулярно-лучевой эпитаксии, эпитаксии из органических соединений; механизмы роста гетероструктур в нанoeлектронике</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 нанoeлектроники различного функционального назначения; использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</p> <p>Владеть: методами расчета нанoeлектронных приборов, методами исследования физических свойств наноструктур, методами теоретического анализа физических процессов нанoeлектроники</p>

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нанoeлектроника» относится к части, формируемой

участниками образовательных отношений

Дисциплина изучается на 3 курсе(ах) в 6 семестре(ах).

Цели изучения дисциплины: является теоретическое изучение фундаментальных физических основ наноэлектроники, функционирования наноэлектронных приборов и практическое освоение физико-технологических основ получения наноструктур.

Данный курс предназначен для студентов направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Курс «Наноэлектроника» позволяет создавать электронные приборы и вырабатывать методы исследования новых материалов, необходимых для разработки новых электронных приборов и устройств. Поэтому, изучение дисциплины является одним из необходимых элементов подготовки специалистов по данному направлению.

Дисциплина «Наноэлектроника» одна из основных дисциплин профиля, ибо без знания физико-химических характеристик материалов и протекающих в них физических процессов невозможны сознательные и эффективные подходы к разработке изделий электронной техники и к организации технологических процессов.

По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с «Физикой конденсированного состояния» и «Физическими основами электроники» и способствует формированию у будущих специалистов принципов физического и инженерного подхода к оценке

возможностей использования материалов в конкретных элементах и устройствах электронной техники.

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:

ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

Зачет

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	ПК-2.1. Знать: определения, отличительные черты, классификацию наночастиц, квантово-размерных структур, сложных полупроводниковых кристаллических материалов, гетероструктур и гетеропереходов, сверхрешеток, нанотрубок; 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>ПК-2.2. Уметь: применять полученные знания в области современных тенденций развития электро-ники, 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>ПК-2.3. 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;</p>	<p>В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками, формированием технического предложения, включающего: анализ и уточнение технического задания; согласование технического задания.</p>

Куровая работа

Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

компетенции					
ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	<p>ПК-2.1. Знать: определяющие черты, классификацию наночастиц, квантовых размерных структур, сложных полупроводниковых кристаллических материалов, гетероструктур и гетеропереходов,</p>	<p>Имеет фрагментарные знания профессиональной лексики, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; правильности оформления, не соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ;</p>	<p>Фрагментарные знания профессиональной лексики, не всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; правильности оформления, частично соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ;</p>	<p>Достаточно уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; правильность оформления, частично соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ;</p>	<p>Уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; правильность оформления, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ;</p>
	<p>сверхрешеток, нанотрубок; транзисторов с высокой подвижностью электронов,</p>				

	<p>ПК-2.2. 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; использовать стандартные</p>	<p>Умеет фрагментарно проводить сборы систематизацию практического материала</p>	<p>Уверенно проводит сбор и систематизацию практического материала, но не умеет адекватно излагать собственные умозаключения и выводы</p>	<p>Уверенно проводит сбор и систематизацию практического материала, но испытывает небольшие трудности при изложении собственных умозаключения и выводы, уверенно использует справочную и энциклопедическую литературу</p>	<p>Уверенно проводит сбор и систематизацию практического материала, уверенно излагает собственные умозаключения и выводы, уверенно использует справочную и энциклопедическую литературу</p>
	<p>ПК-2.3. Владеть: методами расчета нанoeлектронных приборов, методами исследования физических свойств наноструктур, методами теоретического анализа физических процессов нанoeлектроники</p>	<p>Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы, не способен внедрять данные для написания курсовой работы</p>	<p>Способен работать с различными источниками информации; испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы с последующим внедрением данных для написания курсовой работы</p>	<p>Владеет способностью работать с различными источниками информации; применять современные инструментальные средства для проведения теоретической и практической работы, не способен внедрять данные для напи-</p>	<p>Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы с последующим внедрением данных для напи-</p>

				сания курс овой рабо ты	сания курс овой рабо ты
--	--	--	--	-------------------------------------	-------------------------------------

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).

Шкалы оценивания:

(*для экзамена*:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-2.1. Знать определения, отличительные черты, классификацию структур в нанoeлектронике	Знать: определения, отличительные черты, классификацию наночастиц, квантово-размерных структур, сложных полупроводниковых кристаллических материалов, гетероструктур и гетеропереходов, сверхрешеток, нанотрубок; транзисторов с высокой подвижностью электронов, интерференционных и туннельных транзисторов, FIN FET транзисторов; методы молекулярно-лучевой эпитаксии, эпитаксии из органических соединений; механизмы роста гетероструктур в нанoeлектронике	контрольные работы; тесты; экзамен
ПК-2.2. Уметь применять полученные знания в области электроники	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; использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	
ПК-2.3. Владеть методами расчета, исследования свойств наноструктур, анализировать процессы	Владеть: методами расчета нанoeлектронных приборов, методами исследования физических свойств наноструктур, методами теоретического анализа физических процессов нанoeлектроники	

**4.3. Рейтинг-план дисциплины
(при необходимости)**

Рейтинг-план дисциплины

Нанoeлектроника

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность _____ Электроника и нанoeлектроника
ка _____

курс _____ 3 _____, семестр _____ 6 _____

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1. Физические основы нанозлектроники			0	32
Текущий контроль				
1. Тест	1	20	0	20
Рубежный контроль				
1. Письменная контрольная работа	2	6	0	12
Модуль 2. Модель свободных электронов, энергетические зоны и полупроводниковые кристаллы			0	38
Текущий контроль				
2. Тест	1	16	0	20
Рубежный контроль				
1. Письменная контрольная работа	2	9	0	18
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. Экзамен				30

Примерные темы курсовых работ

1. Наноразмерные химические сенсоры
2. Нанотранзисторы на биологических объектах
3. Лазеры на квантовых ямах и точках
4. Одноэлектронные транзисторы
5. Органические полевые транзисторы
6. Наноразмерные биосенсоры
7. Приборы спинтроники

Критерии оценки:	оценка
-------------------------	---------------

<ul style="list-style-type: none"> – работа выполнена самостоятельно, носит творческий характер, возможно содержание элементов научной новизны; – собран, обобщен и проанализирован достаточный объем литературных источников; – при написании и защите работы студентом продемонстрирован высокий уровень развития общекультурных и профессиональных компетенций, теоретические знания и наличие практических навыков; – работа хорошо оформлена и своевременно представлена на кафедру, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ; – на защите освещены все вопросы исследования, ответы студента на вопросы профессионально грамотны, исчерпывающие, результаты исследования подкреплены статистическими критериями; 	<p><i>отлично</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> – тема работы раскрыта, однако выводы и рекомендации не всегда ориги- 	<p><i>хорошо</i></p>

<p>нальны и / или не имеют практической значимости, есть неточности при освещении отдельных вопросов темы;</p> <ul style="list-style-type: none"> – собран, обобщен и проанализирован необходимый объем литературы, но не по всем аспектам исследуемой темы сделаны выводы и обоснованы практические рекомендации; – при написании и защите работы студентом продемонстрирован средний уровень развития общекультурных и профессиональных компетенций, наличие теоретических знаний и достаточных практических навыков; – работа своевременно представлена на кафедру, есть отдельные недостатки в ее оформлении; – в процессе защиты работы были неполные ответы на вопросы. 	
<ul style="list-style-type: none"> – тема работы раскрыта частично, но в основном правильно, допущено поверхностное изложение отдельных вопросов темы; – в работе недостаточно полно была использована литература, выводы и практические рекомендации не отражали в достаточной степени содержание работы; – при написании и защите работы студентом продемонстрирован удовлетворительный уровень развития общекультурных и профессиональных компетенций, поверхностный уровень теоретических знаний и практических навыков; – работа своевременно представлена на кафедру, однако не в полном объеме по содержанию и / или оформлению соответствует предъявляемым требованиям; – в процессе защиты выпускник недостаточно полно изложил основные положения работы, испытывал затруднения при ответах на вопросы. 	<i>удовлетворительно</i>
<ul style="list-style-type: none"> – содержание работы не раскрывает тему, вопросы изложены бессистемно и поверхностно, нет анализа практического материала, основные положения и рекомендации не имеют обоснования; – работа не оригинальна, основана на компиляции публикаций по теме; – при написании и защите работы студентом продемонстрирован неудовлетворительный уровень развития общекультурных и профессиональных компетенций; – работа несвоевременно представлена на кафедру, не в полном объеме по содержанию и оформлению соответствует предъявляемым требованиям; – на защите студент дневного отделения показал поверхностные знания по исследуемой теме, отсутствие представлений об актуальных проблемах по теме работы, плохо отвечал на вопросы. 	<i>неудовлетворительно</i>

Комплект тестов (тестовых заданий)

по дисциплине «Наноэлектроника»

1) Наноэлектроника – это

- а) Область электроники, занимающаяся разработкой физических и технологических основ создания интегральных электронных схем с характерными топологическими размерами элементов менее 100 нанометров;
- б) Область электроники, занимающаяся разработкой физических и технологических основ создания интегральных электронных схем с характерными топологическими размерами элементов более 100 нанометров;
- в) Область электроники, занимающаяся разработкой физических и технологических основ создания интегральных электронных схем с характерными топологическими размерами элементов менее 200 нанометров;

г) Область электроники, занимающаяся разработкой физических и технологических основ создания интегральных электронных схем с характерными топологическими размерами элементов более 200 нанометров.

2) Фермионы – это

- а) атомы химического элемента фермия Fm (с порядковым номером 100);
- б) частицы с целым спином;
- в) частицы с полуцелым спином;
- г) частицы, подчиняющиеся статистике Ферми-Дирака.

3) В каждом квантовом состоянии может находиться фермионов:

- а) один;
- б) не более одного;
- в) не более двух;
- г) любое количество.

4) В 1989 г. произошло знаменательное событие: зондовый микроскоп перестал быть только измерительным инструментом. С его помощью удалось перенести на поверхность образца несколько атомов. И более того, «выложить» название известной фирмы. Этой фирмой был?

- а) Intel;
- б) Fairchild;
- в) IBM;
- г) Apple.

Критерии оценки (в баллах)

За каждый правильный ответ - 1 балл

Письменная контрольная работа

1.) Подложка - это

- а) Материал, поверхность которого подвергается различным видам обработки, в результате чего образуются слои с новыми свойствами или наращивается плёнка другого материала;
- б) Устройство, поверхность которого подвергается различным видам обработки, в результате чего образуются слои с новыми свойствами или наращивается плёнка другого материала;
- в) порошковая смесь.

2) Фононы:

- а) описываются статистикой Бозе-Эйнштейна;
- б) являются коллективными колебаниями кристаллической решетки;
- в) являются носителями энергии;
- г) являются носителями заряда.

3) Как зависит ток термоэлектронной эмиссии от температуры нагрева катода и работы выхода?

- а) Уменьшается;
- б) Не изменяется;
- в) Увеличивается.

Критерии оценки (в баллах)
За каждый правильный ответ- 2 балл

Участие в конференциях, публикация статей

1. Публикация статей – 5 баллов

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

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

Примерные темы курсовых работ:

1. Кристаллическая решетка, типы связей, дефекты решетки.
2. Энергетическое строение твердых тел. Зонные диаграммы.
3. Проводимость твердых тел и подвижность носителей заряда.
4. Собственный полупроводник. Концентрация свободных носителей заряда.
5. Полупроводник n-типа. Зонные диаграммы. Основные и неосновные носители заряда.
6. Полупроводник p-типа. Зонные диаграммы. Основные и неосновные носители заряда.
7. Функции распределения частиц по уровням энергии (распределение Ферми-Дирака и Максвелла-Больцмана).
8. Распределение носителей заряда в энергетических зонах.
9. Влияние поверхностных состояний. Эффект внешнего поля. Работа выхода.
10. Уровень Ферми. Температурная зависимость положения уровня Ферми.
11. Температурная зависимость электропроводности металлов и полупроводников.
12. Неравновесные носители заряда. Генерация и рекомбинация. Виды рекомбинации. Время жизни носителей заряда.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Игнатов, Александр Николаевич. Микросхемотехника и наноэлектроника : учебник / А. Н. Игнатов .— СПб. ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011 .— 528 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература) .— ISBN 978-5-8114-1161-0 [В библ. БашГУ имеется 25 экз.]
2. Салихов, Р.Б. Введение в наноэлектронику [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>.

Дополнительная литература:

1. Дробот, П.Н. Наноэлектроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.Н. Дробот. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2016. — 286 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/110241>.

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

Ресурсы Интернет

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
1. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
2. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (www.fepo.ru).
3. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
4. www.affp.mics.msu.su

6	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/
7	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/

8	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

Типы аудиторий	Наименование учебных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Наименование оборудования	Лицензионное программное обеспечение
1	2	3	4
Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Аудитория №415	Оборудование: доска, учебная мебель, проектор	Лицензионное программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензия- OLP NL Academic Edition. Бессрочная. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г.. Лицензия-OLP NL Academic Edition. Бессрочная.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде Организации	Читальный зал № 2	Оборудование: учебный и научный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; ПК (моноблок) - 8 шт.; количество посадочных мест - 80	Лицензионное программное обеспечение, позволяющее проводить компьютерное тестирование: 1. Moodle «Официальный оригинальный английский текст лицензии для системы Moodle - http://www.gnu.org/licenses/gpl.html » Перевод лицензии для системы Moodle http://rusepl.ru/rusepl.pdf

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
 КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Нанозлектроника на 6 семестре
 (наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	50,2
лекций	16
практических/ семинарских	32
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	2,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	57,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	0

Форма(ы) контроля:

Зачет 6 семестр

курсовая работа 6 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. Основы нанoeлектроники							
1.	Понятие нанообъекта, наноматериала, нанотехнологии. Классификация нанообъектов и наноматериалов.	2	3	-	4	[1]: Раздел 1		решение задач
2.	Сканирующий туннельный микроскоп, атомносиловой микроскоп. Достижения нанотехнологий	1	3	-	4	[1]: Раздел 1		решения задач
3.	Квантовые основы нанoeлектроники . Объекты новой электроники. Квантовые точки, нульмерный электронный газ. Квантовые нити, одномерный электронный газ. Квантовые ямы, двумерный электронный	1	3	-	4	[1]: Раздел 2		решения задач

	газ.							
4.	Фазовая интерференция электронных волн. Интерференционные транзисторы. Полевые транзисторы на отраженных электронах. Туннелирования носителей заряда. Диоды и транзисторы на резонансном туннелировании. Примеры приборов нанoeлектроники. Усовершенствование традиционной элементной базы.	1	3	-	4	[1]: Раздел 3		тест
	Модуль 2. Одноэлектроника и нанотранзисторы, лазеры			-				
5.	Одноэлектронный транзистор. Эффект одноэлектронного туннелирования. Приборные структуры одноэлектроники. Одноэлектронные транзисторные структуры. Молекулярный одноэлектронный транзистор.	1	2	-	4	[1]: Раздел 4		решения задач
6.	Устройства на одноэлектронных транзисторах. Одноэлектрон-	1	2	-	3	[1]: Раздел 4		Письменная контрольная работа

	ная ловушка. Генераторы на одноэлектронных транзисторах. Стандарты постоянного тока. Логические элементы.							
7.	Нанотранзисторы на основе структур кремния на сапфире. Нанотранзисторы с гетеропереходами. MESFET – транзисторы	1	2	-	3	[1]: Раздел 5		Решение задач
8.	HEMT -транзисторы. Гетеротранзисторы Шоттки с высокой подвижностью заряда. Транзистор на квантовых точках	1	2	-	4	[1]: Раздел 5		тест
9.	Лазеры с квантовыми ямами и точками. Фотоприемники на квантовых ямах	1	2	-	2	[1]: Раздел 6		подготовка доклада
	Модуль 3. Спинтроника и политроника							
10.	Считывающая головка на гигантском магнитосопротивлении . Энергонезависимая память на гигантском магнитосопротивлении. Энергонезависимая память на спинзависимой	2	4	-	6	[1]: Раздел 7		решения задач

	мом туннелирования. Спин-вентильный транзистор							
11.	Углеродные нанотрубки. Графен. Применение углеродных наноматериалов в дисплеях, памяти и процессорах.	2	4	-	5	[1]: Раздел 8		тест
12.	Органические транзисторы. Органические светоизлучающие диоды и солнечные элементы. Вычислители на основе ДНК.	2	2	-	4,8	[1]: Раздел 9		подготовка доклада
13.	Курсовая работа	-	-	-	10	Салихов, Р.Б. Введение в наноэлектронику [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/Sali	Курсовая работа представляет собой самостоятельное научное исследование студента по теме связанной с дисциплиной «Наноэлектроника»	

						hov_Vvedenie v nanoelektroniku pr 2017.pdf >.		
	Всего часов:	16	32	-	57, 8			

