

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 № 4\_ от 12.01.2022

Согласовано:  
Председатель УМК физико-  
технического института

Зав. кафедрой



/ Салихов Р.Б



/ Балапанов М.Х.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина НАНОТЕХНОЛОГИЯ В ЭЛЕКТРОНИКЕ

*(наименование дисциплины)*

Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.3

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

#### программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

11.03.04 электроника и микроэлектроника

*(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 2022 г.  
Уфа - 2022г.

Составитель / составители: Салихов Р.Б., д.ф.-м.н., профессор  
кафедры инфокоммуникационных технологий и  
наноэлектроники

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и наноэлектроники протокол № 4\_ от\_ 12.01.2022

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
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК-1.1. 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</p> <p>УК-1.2. Уметь исследовать структуру и морфологию наноматериалов методами электронной и зондовой микроскопии;</p> <p>УК-1.3. Владеть методами оценки основных нанотехнологических процессов для создания материалов электронной техники; справочным аппаратом для выбора требуемых нанотехнологий для конкретных задач;</p>	<p>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</p> <p>Уметь исследовать структуру и морфологию наноматериалов методами электронной и зондовой микроскопии; Владеть методами оценки основных нанотехнологических процессов для создания материалов электронной техники; справочным аппаратом для выбора требуемых нанотехнологий для конкретных задач;</p>

	<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-2.1. Знать определения, отличительные черты, классификацию наночастиц, нанотехнологий, квантоворазмерных структур, сложных (бинарных, третичных и т.д.) полупроводниковых монокристаллических материалов, гетероструктур и гетеропереходов, сверхрешеток, нанотрубок, магнитных мультислоев, нитевидных нанокристаллов (полупроводниковых нановискеров), транзисторов с высокой подвижностью электронов. ПК-2.2. Уметь формировать макеты нанoeлектронных устройств на основе пленочных наноструктур и определять их базовые характеристики ПК-2.3. Владеть навыками экспериментального исследования особенностей применения нанотехнологических процессов для создания материалов и элементов электрон-ной техники.</p>	<p>Знать определения, отличительные черты, классификацию наночастиц, нанотехнологий, квантоворазмерных структур, сложных (бинарных, третичных и т.д.) полупроводниковых монокристаллических материалов, гетероструктур и гетеропереходов, сверхрешеток, нанотрубок, магнитных мультислоев, нитевидных нанокристаллов (полупроводниковых нановискеров), транзисторов с высокой подвижностью электронов.  Уметь формировать макеты нанoeлектронных устройств на основе пленочных наноструктур и определять их базовые характеристики Владеть навыками экспериментального исследования особенностей применения нанотехнологических процессов для создания материалов и элементов электрон-ной техники.</p>
--	--	--	---

## 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:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Зачет

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
УК-1.1. 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);	Знать основные принципы ресурсопользования в технологии; свойства и структуру всевозможных углеродных форм, а также их основные физико-химические характеристики; классификацию методов синтеза углеродных нанотрубок	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

(УНТ); методы описания электронной структуры низкоразмерных объектов		
--	--	--

<p>УК-1.2. Уметь исследовать структуру и морфологию наноматериалов</p>	<p>Уметь исследовать структуру и морфологию наноматериалов методами электронной и зондовой микроскопии;</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>УК-1.3. Владеть методами оценки основных нанотехнологических процессов для создания материалов электронной техники;</p>	<p>Владеть методами оценки основных нанотехнологических процессов для создания материалов электронной техники; справочным аппаратом для выбора требуемых нанотехнологий для конкретных задач;</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 обоснованием принятого решения с расчетами себестоимости устройства</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>

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-2.1.  Знать методическую и нормативную базу в области разработки и проектирования радио-электронных устройств: технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники; основная аппаратура для измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов; основные схемотехники; современная элементная база; современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения схемотехнических, системных и сетевых задач; методы конструи-	Знать методическую и нормативную базу в области разработки и проектирования радио-электронных устройств: технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники; основная аппаратура для измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов; основные схемотехники; современная элементная база; современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения схемотехнических, системных и сетевых задач; методы конструи-	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>рования и производства радиоэлектронной техники; методы выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники; современные компьютерные средства, средства коммуникации и связи;</p>	<p>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</p>		
<p>ПК-2.2.  Уметь осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радио-технических систем;</p>	<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</p>	<p>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</p>	<p>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</p>

	решений по разработке радиоэлектронных устройств и систем	электронных средств; отби-	этапах проектного процесса от техни-
--	---	----------------------------	--------------------------------------

		<p>рать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий;</p> <p>проводить необходимые экономические расчеты и технико-экономические обоснования принятых решений по разработке радиоэлектронных устройств и систем</p>	<p>ческого задания до производства изделий; проводить необходимые экономические расчеты и технико-экономические обоснования принятых решений по разработке радиоэлектронных устройств и систем</p>
--	--	---	--

<p>ПК-2.3. 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;</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 вспомогательных устройств; подготовкой технического проекта, включающего: разработку</p>	<p>Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальным и 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 вспомогательных устройств; подго-</p>	<p>В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками формированием технического предложения, включающего: анализ и уточнение 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 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</p>
--	---	---	---

	<p>принципиальной схемы всего радиоэлек-тронного устройства и отдельных его деталей,и уз-лов; выбор типа элементов с  учетом технических  требова-ний к разрабатываемо-му устройству, эконо- мической целесообраз- ности и предполагае- мой технологии его</p>	<p>товкой технического проекта, включающего: разработку принципиальной схемы всего радиоэлектронно го устройст-ва и отдельных его деталей, иуз-лов; выбор типа элементовс учетом технических требо- ваний к разрабатываемом у устройству, экономической целесообразности и предпо- лагаемой технологии его</p>	
--	--	--	--

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).

Шкалы оценивания:

(для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

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**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
УК-1.1. Знать основные принципы ресурсопользования, свойства и структуру углеродных форм.	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	Устный опрос, коллоквиум
УК-1.2. Уметь исследовать структуру наноматериалов.	Уметь: исследовать структуру иморфологию наноматериалов методами электронной и зондовой микроскопии;	
УК-1.3. Владеть методами оценки основных процессов	Владеть: методами оценки основных нанотехнологических процессов для создания материалов электронной техники; справочным аппаратом для выбора требуемых нанотехнологий для конкретных задач;	
ПК-2.1. Знать базу в области разработки и проектирования устройств, характеристики и методы выполнения расчетов.	Знать: методическую и нормативную базу в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств: технические характери-	Устный опрос, коллоквиум

	<p>стики 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; основы экономики и организации труда</p>	
<p>ПК-2.2. Уметь осуществлять сбор и анализ данных для расчета, проектирования устройств и систем.</p>	<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>	
<p>ПК-2.3. Владеть формированием предложения, анализировать и уточнять техническое задание, подготавливать проект.</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 радиоэлек-</p>	



	тронного устройства и отдельных его деталей, и уз-лов; выбор типа элементов с учетом технических требований к разрабатываемому устройству, экономической целесообразности и предполагаемой технологии его	
--	---	--

### 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 баллов</i> |
| 3. Нет правильного ответа   | <i>0 баллов</i> |

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

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

*для зачета:*

- зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

#### **Критерии оценки (в баллах):**

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

затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

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

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

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

## Участие в конференциях, публикация статей

### 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. 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>.

#### Дополнительная литература:

1. 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

#### 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](http://www.fepo.ru)).
3. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
4. [www.affp.mics.msu.su](http://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	<a href="https://elib.bashedu.ru/">https://elib.bashedu.ru/</a>
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	<a href="http://www.biblioclub.ru/">http://www.biblioclub.ru/</a>
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	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>

			тернет	
--	--	--	--------	--

## 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	<b>Лицензионное программное обеспечение:</b> 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. 3. OrCAD 16.6 Lite (лицензия GNU GPL, свободное программное обеспечение). 4. MikroC PRO for PIC (лицензия GNU GPL, свободное программное обеспечение). 5. Лицензия Circuit Design Suite исх. № и-1614/20 от 19.11.2020, срок лицензии-бессрочно. 6. Лицензия LabVIEW FDS исх. № и-1613/20 от 19.11.2020, срок лицензии-бессрочно. <b>Лицензионное программное обеспечение, позволяющее проводить компьютерное тестирование:</b> 1. Moodle «Официальный оригинальный английский текст лицензии для системы Moodle - <a href="http://www.gnu.org/licenses/gpl.htm">http://www.gnu.org/licenses/gpl.htm</a> » Перевод лицензии для системы Moodle <a href="http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf">http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf</a>
	Аудитория №414 Лаборатория сетей связи и систем коммутации	Оборудование: учебная мебель, доска аудиторная, моноблок ThinkCentre (12 шт)	
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	

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Нанотехнология в электронике на 4 семестре

(наименование дисциплины)

**очная**

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины	
	4 семестр	общее
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	108	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем	48,2	48,2
лекций	16	16
практических/ семинарских	32	32
лабораторных	-	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	59,8	59,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	0	0

Форма(ы) контроля:  
зачет 4 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
	<b>Модуль 1:</b>							
1.	Основные сведения о материалах электронной техники. Классификация материалов. Строение материалов. Рентгеноструктурный анализ.	2	4		7	[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		7	[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		7	[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		7	[1]: §4.7-4.8 [2]:	Найти дополнительную информацию по пройденной теме	Устный опрос
5	Металлы высокой проводимости. Материалы высокотемпературной сверхпроводимости. Металлы с	2	4		7	[1]: § 3.2-3.4, [2]:	Найти дополнительную информацию по пройденной теме	Устный опрос, Коллоквиум

	повышенным удельным сопротивлением.							
	<b>Модуль2:</b>							
6	Полупроводники. Собственные и примесные полупроводники, их энергетические диаграммы. Температурная зависимость проводимости полупроводников. Рекомбинация неравновесных носителей заряда в полупроводниках.	2	4		7	[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		7	[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		10,8	[1]:§ 5.2-5.4, [2]:	Найти дополнительную информацию по пройденной теме	Устный опрос, Коллоквиум
	<b>Всего часов:</b>	16	32	-	59,8			

## 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
<b>Модуль 1:</b>			<b>0</b>	<b>50</b>
<b>Текущий контроль</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	0	25
1. Коллоквиум	5	5	0	25
<b>Рубежный контроль</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	0	25
1. Коллоквиум	5	5	0	25
<b>Модуль2: полупроводники</b>			<b>0</b>	<b>50</b>
<b>Текущий контроль</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	0	25
1. Коллоквиум	5	5	0	25
<b>Рубежный контроль</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	0	25
1. Коллоквиум	5	5	0	25
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Участие в конференциях, публикация статей	10	1	0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских занятий)			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Зачет (дифференцированный зачет)				