

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 МИКРО И НАНОСЕНСОРИКА

(наименование дисциплины)

Дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.4

(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: Салихов Р.Б., д.ф.-м.н., профессор кафедры инфокоммуникационных технологий и нанoeлектроники

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

Заведующий кафедрой

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'R. B. Salikhov', written over a horizontal line.

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 область применения нанотехнологий; теоретические основы наноэлектроники и область их применимости; устройство технических систем для нанозлектроники; новые технологии, обеспечивающие повышение эффективности проектов, технологических процессов, эксплуатации и обслуживания новой техники в области наноэлектроники</p> <p>УК-1.2. Уметь собирать, систематизировать и анализировать научно-техническую информацию в области нанотехнологий и наноматериалов; планировать и проводить исследования и эксперименты с использованием нанотехнологии; генерировать новые плодотворные научнотехнические и инновационные идеи с использованием нанотехнологий; переносить полученные знания о наносистемах на смежные предметные области; применять полученные знания для создания новых твердых, в том числе низкоразмерных сред при производстве электронных устройств нового поколения.</p> <p>УК-1.3. Владеть методами экспериментального исследования, сведениями о современных технологиях изготовления устройств наноэлектроники; приемами работы на современном</p>	<p>Знать область применения нанотехнологий; теоретические основы наноэлектроники и область их применимости; устройство технических систем для нанозлектроники; новые технологии, обеспечивающие повышение эффективности проектов, технологических процессов, эксплуатации и обслуживания новой техники в области наноэлектроники</p> <p>Уметь собирать, систематизировать и анализировать научно-техническую информацию в области нанотехнологий и наноматериалов; планировать и проводить исследования и эксперименты с использованием нанотехнологии; генерировать новые плодотворные научнотехнические и инновационные идеи с использованием нанотехнологий; переносить полученные знания о наносистемах на смежные предметные области; применять полученные знания для создания новых твердых, в том числе низкоразмерных сред при производстве электронных устройств</p>

		исследовательском оборудовании, используемом в нанодиагностике материалов.	нового поколения. Владеть методами экспериментального исследования, сведениями о современных технологиях изготовления устройств нано-электроники; приемами работы на современном исследовательском оборудовании, используемом в нанодиагностике материалов.
	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	ПК-2.1. Знать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и других нормативных документов ПК-2.2. Уметь разрабатывать нормативно-техническую документацию в области применения изделий нано- и микросистемной техники ПК-2.3. Владеть современными методами расчета, моделирования и проектирования электронных устройств на основе микро- и наносистем.	Знать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и других нормативных документов Уметь разрабатывать нормативно-техническую документацию в области применения изделий нано- и микросистемной техники Владеть современными методами расчета, моделирования и проектирования электронных устройств на основе микро- и наносистем.

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

Дисциплина «Микро и наносенсорика» относится к выборочной части рабочего учебного плана.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Цели изучения дисциплины: является формирование профессиональных знаний в области наноэлектроники и развития современных представлений в области микро- и нано-

электроники, а также ознакомление с физическими основами нанотехнологий наноструктурированных материалов для электроники. Ознакомить студентов с перспективами развития нанотехнологий, наноматериалов и наноэлектроники. Раскрыть основные функциональные возможности наносистем. Сформировать необходимый опыт работы с техническими системами применяемыми в нанотехнологиях. Раскрыть основные принципы и подходы построения наносистемных объектов.

Данный курс предназначен для студентов направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Курс «Микро и наносенсорика» дает информацию о недавно сформулированных или обновившихся направлениях сенсорики, включая измерительную микромеханику, датчики на ПАВах, оптические миксенсоры оптиковолконные измерительные системы

По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с «Химия», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм». Также дисциплина требует знание английского языка в объеме достаточном для понимания технической литературы и способствует формированию у будущих специалистов принципов физического и инженерного подхода к оценке возможностей использования материалов в конкретных элементах и устройствах электронной техники.

Знания, полученные в результате освоения курса «Микро и наносенсорика» призвана помочь студентам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение выпускной классифицированной работы, а так же изучению таких дисциплин как «Методы микро- и нанодиагностики», «Перспективные направления электронного приборостроения».

### 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 область применения нанотехнологий; теоретические основы	Знать область применения нанотехнологий; теоретические основы	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>наноэлектроники</p>	<p>наноэлектроники и область их применимости; устройство технических систем для наноэлектроники; новые технологии, обеспечивающие повышение эффективности проектов, технологических процессов, эксплуатации и обслуживания новой техники в области наноэлектроники-</p>		
<p>УК-1.2. Уметь собирать, систематизировать и анализировать научно-техническую информацию в области нанотехнологий и наноматериалов;</p>	<p>Уметь собирать, систематизировать и анализировать научно-техническую информацию в области нанотехнологий и наноматериалов; планировать и проводить исследования и эксперименты с использованием нанотехнологии; генерировать новые плодотворные научно-технические и инновационные идеи с использованием нанотехнологий; переносить полученные знания о наносистемах на смежные предметные области;</p>	<p>Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, собирать, систематизировать и анализировать научно-техническую информацию в области нанотехнологий и наноматериалов; планировать и проводить исследования и эксперименты с использованием нанотехнологии; генерировать новые плодотворные научно-технические и инновационные идеи с использованием нанотехнологий; переносить полученные знания о наносистемах на смежные предметные области; применять полученные знания для создания новых твердотельных, в том числе низкоразмерных сред при производстве электронных устройств нового поколения.</p>	<p>В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, умеет собирать, систематизировать и анализировать научно-техническую информацию в области нанотехнологий и наноматериалов; планировать и проводить исследования и эксперименты с использованием нанотехнологии; генерировать новые плодотворные научно-технические и инновационные идеи с использованием нанотехнологий; переносить полученные знания о наносистемах на смежные предметные области; применять полученные знания для создания новых твердотельных, в том числе низкоразмерных сред при производстве электронных устройств нового поколения.</p>

	применять полученные знания для создания новых твердотельных, в том числе низкоразмерных сред при производстве электронных устройств нового поколения		
УК-1.3. Владеть методами экспериментального исследования, сведениями о современных технологиях изготовления устройств нанoeлектроники;	Владеть методами экспериментального исследования, сведениями о современных технологиях изготовления устройств нанoeлектроники; приемами работы на современном исследовательском оборудовании, используемом в нанодиагностике материалов.	Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальными навыками, методами экспериментального исследования, сведениями о современных технологиях изготовления устройств нанoeлектроники; приемами работы на современном исследовательском оборудовании, используемом в нанодиагностике материaлов..	В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками, методами экспериментального исследования, сведениями о современных технологиях изготовления устройств нанoeлектроники; приемами работы на современном исследовательском оборудовании, используемом в нанодиагностике материалов.

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



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
ПК-2.1. Знать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов	Знать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и других нормативных документов	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
ПК-2.2. Уметь разрабатывать нормативно-техническую документацию	Уметь разрабатывать нормативно-техническую документацию в области применения изделий нано- и микросистемной техники	Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения, разрабатывать нормативно-техническую документацию в области применения изделий нано- и микросистемной техники	В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, определения, разрабатывать нормативно-техническую документацию в области применения изделий нано- и микросистемной техники
ПК-2.3. Владеть современными методами расчета, моделирования	Владеть современными методами расчета, моделирования и проектирования электронных устройств на основе микро- и наносистем.	Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальными навыками, современными методами расчета, моделирования и проектирования электронных устройств на основе микро- и наносистем.	В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками, современными методами расчета, моделирования и проектирования электронных устройств на основе микро- и наносистем.

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 область применения и основы нанотехнологий;	Знать область применения нанотехнологий; теоретические основы нанoeлектроники и область их применимости; устройство технических систем для нанoeлектроники; новые технологии, обеспечивающие повышение эффективности проектов, технологических процессов, эксплуатации и обслуживания новой техники в области нанoeлектроники	Устный опрос. Коллоквиум
УК-1.2. Уметь собирать и анализировать информацию в области нанотехнологий, проводить исследования.	Уметь собирать, систематизировать и анализировать научно-техническую информацию в области нанотехнологий и наноматериалов; планировать и проводить исследования и эксперименты с использованием нанотехнологии; генерировать новые плодотворные научно-технические и инновационные идеи с использованием нанотехнологий; переносить полученные знания о наносистемах на смежные предметные области; применять полученные знания для создания новых твердотельных, в том числе низкоразмерных сред при производстве электронных устройств нового поколения	
УК-1.3. Владеть методами исследования, сведениями о современных технологиях	Владеть методами экспериментального исследования, сведениями о современных технологиях изготовления устройств нанoeлектроники; приемами работы на современном исследовательском оборудовании, используемом в нанодиагностике материалов.	
ПК-2.1. Знать документацию в соответствии с требованиями стандартов.	Знать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и других нормативных документов	Устный опрос. Коллоквиум
ПК-2.2. Уметь разрабатывать документацию	Уметь разрабатывать нормативно-техническую документацию в области применения изделий нано- и микросистемной техники	
ПК-2.3. Владеть современными методами моделирования устройств	Владеть современными методами расчета, моделирования и проектирования электронных устройств на основе микро- и наносистем.	

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

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

#### Вопросы к текущему и рубежному контролю по теоретическому материалу

##### 7 семестр

Примерные вопросы для зачета:

- 1) Классификация сенсоров.
- 2) Системный подход к сенсорам.
- 3) Фоторезистивные микросенсоры.
- 4) Термодинамический и микроскопические подходы к сенсорам.
- 5) Резистивные микросенсоры для измерения состава и концентрации газов.
- 6) Резистивные микросенсоры. Классификация.
- 7) Тензорезистивные микросенсоры на основе поликремния.
- 8) Терморезистивные микросенсоры на основе чистых металлов и сплавов.
- 9) Микросенсоры на основе эффекта Холла.
- 10) Газовые резистивные сенсоры на основе твердых электролитов.
- 11) Емкостные микросенсоры.
- 12) Терморезистивные микросенсоры на основе оксидных полупроводников.
- 13) Терморезистивные микросенсоры. Классификация.
- 14) Термоэлектрические микросенсоры.
- 15) Терморезистивные микросенсоры на основе сегнетозлектриков.
- 16) Магниторезистивные микросенсоры.
- 17) Терморезистивные микросенсоры на основе монокристаллических полупроводников.
- 18) Микросенсоры на основе р-п-перехода для измерения температуры.
- 19) Тензорезистивные микросенсоры на основе металлов.
- 20) Микросенсоры на основе р-п-перехода для измерения параметров магнитного поля.
- 21) Тензорезистивные микросенсоры на основе монокристаллических полупроводников.

Образец экзаменационного билета:

Приведен в приложении 3.

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 при-

менения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### Вопросы на коллоквиум

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

1. Резистивные микросенсоры для измерения состава и концентрации газов.
2. Тензорезистивные микросенсоры на основе монокристаллических полупроводников.
3. Классификация сенсоров.

### Критерии оценки (в баллах)

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов	5 баллов
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но имеются один или несколько недостатков	2 баллов
Нет правильного ответа	0 баллов

### 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

### Примерные темы для рефератов:

#### 1. MEMS – осцилляторы

2. Сенсорика в будущем
3. Важность нано- технологического подхода к изготовлению сенсоров
4. Метод приготовления оксидных (резистивных, пьезоэлектрических, магнитных) сенсорных материалов
5. Информация о материалах химических сенсоров
6. Технологический аспект сенсорики

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

#### Основная литература:

1. Войтович, И.Д. Интеллектуальные сенсоры [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Д. Войтович, В.М. Корсунский. — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 1164 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100608>. —

#### Дополнительная литература:

1. Патрушева, Т. Н. Сенсорика. Современные технологии микро- и нанoeлектроники : учеб. пособие / Т. Н. Патрушева ; Министерство образования и науки Российской Федерации ; Сибирский федеральный университет . — Москва ; Красноярск : ИНФРА-М : Сибирский федер. ун-т, 2017 .— 260 с. : [библ. БашГУ имеется в 2 экз.]

### 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>
	Электронно-библиотечная	Полнотекстовая БД учебных и научных	Авторизованный доступ по паролю	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший	<a href="http://www.biblioclub.ru/">http://www.biblioclub.ru/</a>

7	система «Университетская библиотека online»	электронных изданий	лю из любой точки сети Интернет	доступ из любой точки сети Интернет	
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>

### 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.
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	<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.html">http://www.gnu.org/licenses/gpl.html</a> » > Перевод лицензии для системы Moodle <a href="http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf">http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf</a>

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Микро и наносенсорика на 7 семестре  
 (наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины	
	7 семестр	общее
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	108	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	54,7	54,7
лекций	18	18
практических/ семинарских	36	36
лабораторных	-	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,7	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	53,3	53,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	0	0

Форма(ы) контроля:

    зачет 7 семестр

    реферат 7 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	Динамическая характеристика сенсора.	2	4		6	[1]: § 1.5	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос.
2	Резонансные сенсоры. Сенсоры на вибрирующем проводе.	2	4		6	[1]: § 2.1 – 2.11	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос.
3	Механические микро-сенсоры.	2	4		6	[1]: § 3.2	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос.
4	Датчики на поверхностных акустических волнах (ПАВ).	2	4		6	[1]: § 3.3	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос. Коллоквиум
	<b>Модуль 2:</b>							
5	Химические микросенсоры. Газовые сенсоры на основе ПТ.	2	4		6	[1]: § 3.4	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос.
6	Оптические сенсоры. Детекторы с поверхностным фотоэффектом.	2	4		6	[1] : § 3.5	Домашняя проработка лекций и изучение литера-	Устный опрос.



	Полупроводниковые фотодетекторы						туры по теме.	
7	Датчики температуры. Детекторы ионизирующего излучения.	2	4		6	[1] : § 3.6 – 3.7	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос.
8	Оптические волоконные сенсоры. Оптоволоконные сенсоры на основе внешних и внутренних эффектов.	4	8		11,3	1] : § 4.1 – 4.4	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос. Коллоквиум
	<b>Всего часов:</b>	18	36	-	53.3			

## Рейтинг-план дисциплины Микро и наносенсорика

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность \_\_\_\_\_ Электроника и наноэлектроника \_\_\_\_\_  
курс \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_, семестр \_\_\_\_\_ 7 \_\_\_\_\_

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>	<b>0</b>	<b>25</b>
1. Коллоквиум	5	5	0	25
<b>Рубежный контроль</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>25</b>
1. Коллоквиум	5	5	0	25
<b>Модуль 2.</b>			<b>0</b>	<b>50</b>
<b>Текущий контроль</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>25</b>
1. Коллоквиум	5	5	0	25
<b>Рубежный контроль</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>25</b>
1. Коллоквиум	5	5	0	25
<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)				