



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 «05» июня 2018 г. №7  
Зав. кафедрой  / Салихов Р.Б.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

 / Балапанов М.Х.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина **МИКРОЭЛЕКТРОНИКА**

*(наименование дисциплины)*

дисциплина по выбору

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

### программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

11.03.04 электроника и нанoeлектроника.

*(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))*

Направленность (профиль) подготовки

Электронные приборы и устройства

*(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация

Бакалавр

*(указывается квалификация)*

Разработчик (составитель)

Доцент, кандидат наук

*(должность, ученая степень, ученое звание)*



/ Важдеев К.В.

*(подпись/ Ф.И.О.)*

Для приема: 2018  
Уфа 2018г.

Составитель к.н, доцент Важаев К.В.

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

Заведующий кафедрой

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'R' followed by a cursive name, 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	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	10
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	11
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	15
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	15
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	15
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16

**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:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать основные направления в МЭ;	ОПК-7	
	2. Классификационные признаки и характеристики МЭИ;	ОПК-7	
	3. Принципы работы устройств функциональной МЭ.	ПК-1	
Умения	1. Уметь производить расшифровку маркировки ИМС, выбор элементной базы при разработке устройств МЭ и осуществлять разработку технических требований для изготовления аппаратуры;	ПК-1	
	2. Уметь осуществлять измерение параметров ИМС и производить расчеты их элементов, осуществлять выбор технологии изготовления элементов интегральных схем, составлять эскизы топологии элементов и ИМС.	ПК-1	
	3. Выбрать необходимый тип устройств и приборов, выполненных с применением технологий микроэлектроники.	ОПК-7	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть классификацией ИМС по способу преобразования и обработки сигналов;	ОПК-7	
	2. Владеть информацией о разделах микроэлектроники и её базовых терминах;	ОПК-7	
	3. Владеть информацией о основных полупроводниковых материалах и их свойствах.	ПК-1	

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

Дисциплина «Микроэлектроника» относится к *выборочной* части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5-6 семестрах.

Цели изучения дисциплины: формирование у студента представление о физических процессах, протекающих в твердотельных электронных устройствах для описания принципов их работы и применения в конкретных устройствах.

Данный курс предназначен для студентов направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Курс «Микроэлектроника» позволяет создавать электронные приборы и вырабатывать методы исследования новых материалов, необходимых для разработки новых электронных приборов и устройств.

По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан «Теоретические основы электротехники», «Физические основы электроники», «Схемотехника» и способствует формированию у будущих специалистов принципов физического и инженерного подхода.

Знания, полученные в результате освоения курса «Микроэлектроника» призвана помочь студентам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение выпускной классифицированной работы, без знания достижений микроэлектроники в разработке и выпуске интегральных микросхем (ИМС) невозможны сознательные и эффективные подходы к разработке изделий электронной техники и к организации технологических процессов.

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

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

Код и формулировка компетенции:

ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (основной этап формирования данной компетенции)

Экзамен:

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап	Знать основные направления в МЭ; классификационные признаки и характеристики МЭИ;	Имеет фрагментарные знания профессиональной лексики, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Фрагментарные знания профессиональной лексики, не всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Достаточно уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.	Уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.
Второй этап	Выбрать необходимый тип устройств и приборов, выполненных с применением технологий микроэлектроники.	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но не умеет адекватно отбирать данные для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но испытывает небольшие трудности при выборе необходимых данных для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу и выбор данных для решения профессиональных задач
Третий этап	Владеть классификацией ИМС по способу преобразования и обработки сигналов; Владеть	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных	Способен работать с различными источниками информации; испытывает сложности с выбором	Владеет способностью работать с различными источниками информации; применять	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения

	информацией о разделах микроэлектроники и её базовых терминах;	инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	современные инструментальные средства для проведения информационно-поисковой работы, не способен внедрять данные для решения поставленных задач	современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач
--	--	---	---	---	---

### Зачет

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать основные направления в МЭ; классификационные признаки и характеристики МЭИ;	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины	Сформированные (возможно неполные) представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины
Второй этап (уровень)	Выбрать необходимый тип устройств и приборов, выполненных с применением технологий микроэлектроники.	Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения, выбрать необходимый тип устройств и приборов, выполненных с применением технологий микроэлектроники.	В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, определения, выбрать необходимый тип устройств и приборов, выполненных с применением технологий микроэлектроники.
Третий этап (уровень)	Владеть классификацией ИМС по способу преобразования и обработки сигналов; Владеть информацией о разделах микроэлектроники и её базовых терминах	Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальными навыками, классификацией ИМС по способу преобразования и обработки сигналов; Владеть информацией о разделах микроэлектроники и её базовых терминах.	В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками, классификацией ИМС по способу преобразования и обработки сигналов; Владеть информацией о разделах микроэлектроники и её базовых терминах.

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

### Экзамен:

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

Первый этап	Знать принципы работы устройств функциональной МЭ.	Не знает	Имеет фрагментарные знания профессиональной лексики, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Фрагментарные знания профессиональной лексики, не всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Достаточно уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.
Второй этап	Уметь производить расшифровку маркировки ИМС, выбор элементной базы при разработке устройств МЭ и осуществлять разработку технических требований для изготовления аппаратуры; осуществлять измерение параметров ИМС и производить расчеты их элементов, осуществлять выбор технологии изготовления элементов интегральных схем, составлять эскизы топологии элементов и ИМС.	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но не умеет адекватно отбирать данные для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но испытывает небольшие трудности при выборе необходимых данных для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу и выбор данных для решения профессиональных задач
Третий этап	Владеть информацией о основных полупроводниковых материалах и их свойствах.	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для	Способен работать с различными источниками информации; испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением	Владеет способностью работать с различными источниками информации; применять современные инструментальные средства для проведения информационно-поисковой работы, не способен внедрять данные для	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных



		решения поставленных задач	данных для решения поставленных задач	решения поставленных задач	задач
--	--	----------------------------	---------------------------------------	----------------------------	-------

Зачет:

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать принципы работы устройств функциональной МЭ.	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины	Сформированные (возможно неполные) представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины
Второй этап (уровень)	Уметь производить расшифровку маркировки ИМС, выбор элементной базы при разработке устройств МЭ и осуществлять разработку технических требований для изготовления аппаратуры; осуществлять измерение параметров ИМС и производить расчеты их элементов, осуществлять выбор технологии изготовления элементов интегральных схем, составлять эскизы топологии элементов и ИМС..	Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения, производить расшифровку маркировки ИМС, выбор элементной базы при разработке устройств МЭ и осуществлять разработку технических требований для изготовления аппаратуры; осуществлять измерение параметров ИМС и производить расчеты их элементов, осуществлять выбор технологии изготовления элементов интегральных схем, составлять эскизы топологии элементов и ИМС..	В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения, производить расшифровку маркировки ИМС, выбор элементной базы при разработке устройств МЭ и осуществлять разработку технических требований для изготовления аппаратуры; осуществлять измерение параметров ИМС и производить расчеты их элементов, осуществлять выбор технологии изготовления элементов интегральных схем, составлять эскизы топологии элементов и ИМС..
Третий этап (уровень)	Владеть информацией о основных полупроводниковых материалах и их свойствах.	Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальными навыками, информацией о основных полупроводниковых материалах и их свойствах.	В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками, информацией о основных полупроводниковых материалах и их свойствах.

Показатели сформированности компетенции:

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

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**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать основные направления в МЭ; классификационные признаки и характеристики МЭИ;	ОПК-7	Устный опрос, Отчет по лабораторным работам, коллоквиум, экзамен
	Знать физическую природу магнетизма, основные типы магнетиков; свойства и основные типы сверхпроводников, макро- и микроскопические модели сверхпроводимости; основные характеристики и свойства неупорядоченных и аморфных твердых тел и жидких кристаллов; основные экспериментальные методы изучения структуры, электрических и магнитных свойств твердых тел	ПК-1	
2-й этап Умения	Выбрать необходимый тип устройств и приборов, выполненных с применением технологий микроэлектроники.	ОПК-7	Устный опрос, Отчет по лабораторным работам, коллоквиум, экзамен
	Уметь определять структуру простейших решеток по данным рентгеноструктурного анализа Уметь произвести расчеты кинетических характеристик твердых тел в приближении свободного электронного газа	ПК-1	
3-й этап Владеть навыками	Владеть классификацией ИМС по способу преобразования и обработки сигналов; Владеть информацией о разделах микроэлектроники и её базовых терминах;	ОПК-7	Устный опрос, Отчет по лабораторным работам, коллоквиум, экзамен
	Владеть методами описания и механизмы взаимодействия; электрического и электромагнитного поля с решеткой; методами экспериментального определения электропроводности и концентрации носителей заряда в твердом теле, ширины запрещенной зоны, концентрации, подвижности, время жизни, коэффициент диффузии носителей заряда в полупроводнике.	ПК-1	

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

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

##### **Экзаменационные билеты**

Примерные вопросы для зачета:

1. Классификация интегральных схем.
2. Технология полупроводниковых интегральных схем.
3. Пленочные интегральные схемы.
4. Гибридные интегральные схемы.
5. Виды интегральных резисторов применяемых в монолитных интегральных схемах
6. Виды резисторов применяются в изделиях микросистемной техники.
7. Формирование пинч-резисторов.
8. Назовите преимущества тонкопленочных резисторов.
9. Варианты конструкций планарных и объемных микроиндукторов.
10. Конструкции и принцип действия микроантенны.
11. Конструкции и принцип действия микрореле и коммутаторов.
12. Что представляет собой оптический резонатор?
13. Микрозеркала с управляющим приводом?
14. Что такое ячейка Керра?

Примерные вопросы для экзамена:

1. Классификация оптических фильтров по принципу действия.
2. Принцип работы оптических затворов?
3. Опишите отличительные черты и области применения устройств интегральной оптики.
4. Носители с оптическим способом запись и считывания информации.
5. Опишите применение наноразмерных зондовых структур в устройствах записи и считывания информации.
6. Опишите конструктивные особенности и применение микрорычагов.

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.

##### **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.

### Вопросы на коллоквиум

На коллоквиуме задается 5 вопроса из списка. На подготовку дается 45 минут.

1. Опишите конструктивные особенности, область применения пьезоэлектрических планарных микродвигателей. Преимущества и недостатки пьезоэлектрических микродвигателей.
2. Опишите применение наноразмерных зондовых структур в устройствах записи и считывания информации.
3. Гибридные интегральные схемы.
4. Назовите преимущества тонкопленочных резисторов
5. Микротурбины и микросопла (область применения, принцип работы)?
6. Принцип действия хроматографа?
7. Нанотехнологии и наносистемная техника.
8. Интеграция компонентов микроэлектроники и микросистемной техники.

### Темы лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Исследование операционного усилителя

Лабораторная работа №2. Исследование базовых логических элементов ТТЛ и ЭСЛ

Лабораторная работа №3. Исследование базовых логических элементов на моп-транзисторах

Лабораторная работа №4. Исследование статических характеристик биполярного транзистора

### Критерии оценки (в баллах)

Приведен полностью правильно оформленный отчет, включающий правильные ответы на контрольные вопросы, правильно решенные задания и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов	10 балла
Дан правильно оформленный отчет, включающий правильные ответы на контрольные вопросы, но в решении заданий имеются один или несколько недостатков	5 балл
Нет правильно оформленного отчета	0 баллов

## Пример лабораторной работы

**Цель работы:** Исследовать работу операционного усилителя. Определить параметры в типовых схемах включения.

**Теоретическая часть:** Аналоговые интегральные микросхемы предназначены для преобразования и обработки электрических сигналов, изменяющихся по непрерывному закону. В современной электронике основной аналоговой микросхемой универсального назначения является операционный усилитель (ОУ). Операционным усилителем называют усилитель постоянного тока, предназначенный для выполнения различных операций над аналоговыми сигналами при работе в цепях с отрицательной обратной связью (ООС). Основные требования к ОУ сводятся к тому, чтобы он как можно ближе соответствовал идеальному источнику напряжения, управляемому напряжением с бесконечно большим коэффициентом усиления. Это значит, что входное сопротивление ОУ должно быть равно бесконечности ( $R_{вх} = \infty$ ) и, следовательно, входной ток  $I_{вх} = 0$ . Выходное сопротивление должно быть равно нулю ( $R_{вых} = 0$ ), а нагрузка не должна влиять на выходное напряжение. Частотный диапазон усиливаемых сигналов  $\omega$  должен простираться от постоянного напряжения до очень высоких частот. В литературе часто используются различные обозначения операционных усилителей (рис.1.1). На принципиальных схемах напряжение питания операционного усилителя может быть не показано, однако для его работы необходим двуполярный источник напряжения. Рассмотрим работу ОУ на примере рисунка 1.1, а. Входные сигналы  $U_{вх1}$  и  $U_{вх2}$  можно подавать на любой из двух входов - инвертирующий (обозначен кружком) и неинвертирующий.

**Задание на работу:** Исследовать операционный усилитель К140УД1. 1.6.1 Измерить входное напряжение сдвига по схеме, приведенной на рис.1.10. Подобрать элементы схемы так, чтобы коэффициент усиления усилителя был равен 100. Так как вход схемы закорочен на землю, то на входе действует только напряжение сдвига. Измерив выходное напряжение, можно определить напряжение сдвига  $100 U_{сдв} = U_{вых}$ . Измерить  $U_{сдв}$  для следующих напряжений питания:

### 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	Работа не содержит ничего нового	0

полученных результатов	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	-	<i>1 балл</i>
Новизна и самостоятельность при постановке проблемы	-	<i>1 балл</i>
Выступление не является простым чтением с экрана	-	<i>1 балл</i>
В выступлении дополняются и раскрываются ключевые моменты, представленные на слайдах	-	<i>1 балл</i>
Во время выступления поддерживается зрительный контакт с аудиторией, речь отличается богатством интонаций	-	<i>1 балл</i>

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

**Основная литература:**

1. Ефимов, И. Е. Основы микроэлектроники : учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь .— СПб. : Лань, 2008 .— 384 с. : ил .— (Учебники для вузов. Специальная литература) .— [в библиот. БашГУ имеется в 23 экз.]
2. Смирнов, Ю.А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12948>.

**Дополнительная литература:**

1. Легостаев, Н.С. Микроэлектроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2013. — 172 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/110393>.

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

1	Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ»	Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="https://elib.bashedu.ru/">https://elib.bashedu.ru/</a>
2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="http://www.biblioclub.ru/">http://www.biblioclub.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>

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

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

<b>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</b>	<b>Вид занятий</b>	<b>Наименование оборудования, программного обеспечения</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория 415 (физико-математический корпус учебное)	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа: аудитория 414 (физико-математический корпус учебное)	Практические занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа: аудитория 408 (физико-математический корпус учебное)	Лабораторные работы	Компьютер, основные оборудования, используемые для проведения лабораторных занятий



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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Микроэлектроника на 5-6 семестрах  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины	
	5 семестр	6 семестр
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	6/216	
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	101,4	
лекций	18	16
практических/ семинарских	18	
лабораторных		48
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	35,8	44
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)		34,8

Форма(ы) контроля:

экзамен\_6 семестр

зачет 5 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: основы микроэлектроники</b>	4	4	-	8			
1.	Основные положения и направления развития микроэлектроники	2	2	-	4	[1]: §1-11	Домашняя прора- ботка лекций и изучение литера- туры по теме.	Устный опрос
2.	Физические основы полупроводниковой микроэлектроники. Физические явления и процессы в полупроводниковых структурах.	2	2	-	4	[2]: §	Домашняя прора- ботка лекций и изучение литера- туры по теме.	Устный опрос
3.	Элементы функциональной электроники. Микроэлектронные устройства на поверхностных акустических волнах (ПАВ): фильтры,	2	2	-	4	[1]: §30-31 [2]:	Домашняя прора- ботка лекций и изучение литера- туры по теме.	Устный опрос Коллоквиум

	линии задержки, усилители. Устройства на цилиндрических магнитных доменах (ЦМД): линии задержки, память.							
4.	Приборы с зарядовой связью (ПЗС): линии задержки, регистры, приемники оптического изображения. Устройства оптоэлектроники и интегральной оптики.	2	2	-	4	[1]: §32, [2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос Коллоквиум
	<b>Модуль 2: микроэлементы электронных систем</b>	6	6	-	12			
5.	История появления и развития элементной базы микросистемной техники	2	2	-	4	[1]: §47- 52, [2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос Коллоквиум
6.	Сенсоры	2	2	-	4	[1]: §37- 39, 42, [2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос
7.	Актуаторы	2	2	-	4	[1]: §41, [2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос

8.	Нанотехнологии и наноматериалы для электроники	4	4	-	7,8	[1]: § 56, [2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос Коллоквиум
	<b>Всего часов:</b>	18	18	-	35,8			

*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 Всего	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) ЛК
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	4	5	6	1	2	3	4
	<b>Модуль 1: основы технологии интегральных схем</b>	2	-	6	6			
1	Классификация интегральных схем. Технология полупроводниковых интегральных схем. Пленочные и гибридные интегральные схемы	2	-	6	6	[2]: § 2.1-2.3,	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос Коллоквиум
2	Управляемые	2	-	6	6	[1]:	Домашняя прора-	отчет к лаб. работе,

	микроэлектрорадиокомпоненты					§ 62, [2]:	ботка лекций и изучение литературы по теме.	
3	Управляемые оптоэлектромеханические микрокомпоненты	2	-	6	6	[1]: § 62, [2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	отчет к лаб. работе,
4	Микроустройства обработки, хранения и записи информации	2	-	6	6	[2]: § 2.6	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	отчет к лаб. работе,
5	Микромеханизмы, микроприводы, микромашины	2		6	6		Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос
	<b>Модуль2: миниатюрные аналитические, технологические и робототехнические системы</b>	6	-	18	14			
6	Интеллектуальные и мультисенсорные системы. Миниатюрные аналитические приборы	3	-	9	7	[2]: § 7.1-7.3	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	отчет к лаб. работе,
7	Компоненты технологических микросистем. Миниатюрные	3	-	9	7	[2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос Коллоквиум

	робототехнические системы							
	<b>Всего часов:</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>48</b>	<b>44</b>			

## Рейтинг-план дисциплины Микроэлектроника

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность \_\_\_\_\_ Электроника и нанoeлектроника \_\_\_\_\_  
курс \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_, семестр \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1:</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Текущий контроль</b>			0	15
1. Коллоквиум	5	3	0	15
<b>Рубежный контроль</b>			0	20
1. Коллоквиум	5	4	0	20
<b>Модуль 2:</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Текущий контроль</b>			0	15
1. Коллоквиум	5	3	0	15
<b>Рубежный контроль</b>				20
1. Коллоквиум	5	4	0	20
<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)				

## Микроэлектроника

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность \_\_\_\_\_ Электроника и микроэлектроника \_\_\_\_\_  
 курс \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_, семестр \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1:</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Текущий контроль</b>	10	2	0	20
1. Отчет по лабораторным работам	10	2	0	20
<b>Рубежный контроль</b>	5	3	0	15
1. Коллоквиум	5	3	0	15
<b>Модуль 2:</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Текущий контроль</b>	10	2	0	20
1. Отчет по лабораторным работам	10	2	0	20
<b>Рубежный контроль</b>	5	3	0	15
1. Коллоквиум	5	3	0	15
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Участие в конференциях, публикация статей	10	1	0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
3. Посещение лекционных занятий			0	-6
4. Посещение практических (семинарских занятий)			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен				30



**Форма экзаменационного билета**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ


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

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1  
по дисциплине Микроэлектроника  
Направление 11.03.04 электроника и нанoeлектроника  
Профиль Электронные приборы и устройства

1. Носители с оптическим способом записи и считывания информации.
2. Опишите применение наноразмерных зондовых структур в устройствах записи и считывания информации.

Заведующий кафедрой

 / Салихов Р.Б./