

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 № 5 от 17.02. 2021 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Салихов Р.Б.

Согласовано:  
Председатель УМК физико-  
технического института

\_\_\_\_\_ / Балапанов М.Х.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина МИКРОЭЛЕКТРОНИКА

*(наименование дисциплины)*

Часть, формируемая участниками образовательных отношений

Дисциплина по выбору

*(указать часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений))*

### 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)

Доцент, к.н., доцент

*(должность, ученая степень, ученое звание)*

\_\_\_\_\_ / Важдаев К.В.  
*(подпись/ Ф.И.О.)*

Для приема 2021 г.  
Уфа - 2021г.

Составитель: Салихов Т.Р., к.ф.-м.н., доцент кафедры инфокоммуникационных технологий и наноэлектроники

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и наноэлектроники протокол от «17\_» февраля 2021 г. №5

Заведующий кафедрой



/ Салихов Т.Р. /

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 (груп-па) 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 приближения зонной теории, особенности энергетического спектра электрона в кристалле, понятие эффективной массы.</p> <p>УК-1.2. Уметь: объяснять сущность физических явлений и процессов в твердых телах</p> <p>УК-1.3. Владеть: методами экспериментального определения электропроводности и концентрации носителей заряда в твердом теле.</p>	<p>Знать: особенности энергетического спектра электрона в кристалле, основные приближения зонной теории, понятие эффективной массы, классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики</p> <p>Уметь: Объяснять физические явления и процессов в твердых телах, производить анализ и делать количественные оценки параметров твердых тел</p> <p>Владеть: методами экспериментального определения электропроводности и концентрации носителей заряда в твердом теле, ширины запрещенной зоны, концентрации, подвижности, время жизни, коэффициент диффузии носителей заряда в полупроводнике.</p>
	ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	<p>ПК-1.1. Знать принципы работы устройств</p> <p>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.</p> <p>ПК-1.3. Владеть информацией о основных полупроводниковых материалах и их свойствах.</p>	<p>Знать: принципы работы устройств функциональной МЭ.</p> <p>Уметь: осуществлять измерение параметров ИМС и производить расчеты их элементов, осуществлять выбор технологии изготовления элементов интегральных схем, составлять эскизы топологии элементов и ИМС.</p> <p>Владеть: информацией о основных полупроводниковых материалах и их свойствах.</p>

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

Дисциплина «Микроэлектроника» относится к части , формируемая участниками образовательных отношений части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5-6 семестрах.

Данный курс предназначен для студентов направления 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника». 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:

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

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

Код и наименование достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
УК-1.1. Классификационные признаки и характеристики МЭИ	Классификационные признаки и характеристик 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 языке
УК-1.2. Выбрать необходимый тип устройств и приборов, выполненных с применением технологий микроэлектроники.	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
УК-1.3. Владеть информацией о разделах	Владеть информацией о разделах	Не способен работать с различными источниками информации	Способен работать с различными источниками информации;	Владеет способностью работать с различными источниками информации	Владеет навыками работы с различными источниками информации

микроэлектроники и её базовых терминах;	микроэлектроники и её базовых терминах;	формации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	никами информации; применять современные инструментальные средства для проведения информационно-поисковой работы, не способны внедрять данные для решения поставленных задач	информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач
ПК-1.1. Знать принципы работы устройств функциональной МЭ.	Знать принципы работы устройств функциональной МЭ.	Не знает правила лексики	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.
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-1.2. Уметь 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
ПК-1.3. Владеть информацией о основных полупроводниковых материалах и их свойствах.	ПК-1.3. Владеть информацией о основных полупроводниковых материалах и их свойствах.	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения	Способен работать с различными источниками информации; испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения информационно-	Владеет способностью работать с различными источниками информации; применять современные инструментальные средства для прове-	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с после-

		информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	дения информационно-поисковой работы, не способной внедрять данные для решения поставленных задач	дующим внедрением данных 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. Классификационные признаки и характеристики МЭИ	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
УК-1.2. Выбрать необходимый тип устройств и приборов, выполненных с применением технологий микроэлектроники.	Выбрать необходимый тип устройств и приборов, выполненных с применением технологий микроэлектроники.	Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения, применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования электронных приборов и устройств твердотельной электроники и нанoeлектроники	В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, определения применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования электронных приборов и устройств твердотельной электроники и нанoeлектроник и

УК-1.3. Владеть информацией о разделах микроэлектроники и её базовых терминах;	Владеть информацией о разделах микроэлектроники и её базовых терминах;	Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальными навыками.	В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками.
ПК-1.1. Знать принципы работы устройств функциональной МЭ	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
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.	Уметь 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, применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования электронных приборов и устройств твердотельной электроники и наноэлектроники	В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, определения применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования электронных приборов и устройств твердотельной электроники и наноэлектроники
ПК-1.3. Владеть информацией о основных полупроводниковых материалах и их свойствах.	Владеть информацией о основных полупроводниковых материалах и их свойствах.	Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальными навыками.	В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками.

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	Оценочные средства
УК-1.1. Классификационные признаки и характеристики МЭИ УК-1.2. Выбрать необходимый тип устройств и приборов, выполненных с применением технологий микроэлектроники. УК-1.3. Владеть информацией о разделах микроэлектроники и её базовых терминах;	Классификационные признаки и характеристики МЭИ  Выбрать необходимый тип устройств и приборов, выполненных с применением технологий микроэлектроники.  Владеть информацией о разделах микроэлектроники и её базовых терминах;	Устный опрос, Отчет по лабораторным работам, коллоквиум, экзамен
ПК-1.1. Знать принципы работы устройств функциональной МЭ. 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. Владеть информацией о основных полупроводниковых материалах и их свойствах.	Знать принципы работы устройств функциональной МЭ. Уметь осуществлять измерение параметров ИМС и производить расчеты их элементов, осуществлять выбор технологии изготовления элементов интегральных схем, составлять эскизы топологии элементов и ИМС. Владеть информацией о основных полупроводниковых материалах и их свойствах.	Устный опрос, Отчет по лабораторным работам, коллоквиум, экзамен

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

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

#### Экзаменационные билеты

Примерные вопросы для экзамена:

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?

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 приращения 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)**

<b>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</b>	<b>10 балла</b>
<b>Дан правильно оформленный отчет, включающий правильные ответы на контрольные вопросы, но в решении заданий имеются один или несколько недостатков</b>	<b>5 балл</b>
<b>Нет правильно оформленного отчета</b>	<b>0 баллов</b>

### **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 назна-

чения 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 ( $g_{вх} = \infty$ ) и, следовательно, входной ток  $I_{вх} = 0$ . Выходное сопротивление должно быть равно нулю ( $g_{вых} = 0$ ), а нагрузка не должна влиять на выходное напряжение. Частотный диапазон усиливаемых сигналов  $\Omega$  должен простирается 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 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

...

*Вопросы к зачету:*

1. Физические основы полупроводниковой электроники.
2. Дискретные элементы, гибридные и интегральные схемы.
3. Технология изготовления и разработки интегральных схем.
4. Принципы построения микроэлектронных приборов и устройств.
5. Технологии КМОП, ТТЛ.
6. Стандартные логические элементы и построение схем с их использованием.
7. Основы реализации оперативных и долговременных запоминающих устройств.
8. Статические и динамические оперативные запоминающие устройства.
9. Микропроцессоры как микроэлектронная основа современных ЭВМ.
10. Структура микропроцессора.
11. Принципы работы и функционирования микропроцессоров.
12. Система команд; RISC- и CISC-процессоры.

**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**

**Электронные ресурсы (дополнение списка литературы)**

1. Епифанов, Георгий Иванович. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. И. Епифанов .— 3-е, испр. — СПб. : Лань, 2011 .— 288 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .— ISBN 978-5-8114-1001-9 .— <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2023](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2023)>.
2. Салихов, Р. Б. Основы физики твердого тела [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Б. Салихов ; БашГУ .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2014 .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .— <URL:<https://elib.bashedu.ru/dl/read/SalihovOsnovyFizikiTverdTela.pdf>>.

**Ресурсы Интернет**

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
3. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресур-

сов» <http://school-collection.edu.ru/>

4. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредитации ([www.fepo.ru](http://www.fepo.ru)).
5. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
6. [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>

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

Наименование дисциплины (модуля), практики в соответствии с учебным планом	Наименование учебных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения (позволяющего проводить компьютерное тестирование, онлайн-курсы).
Микроэлектроника	<b>1. Учебные аудитории для проведения учебных занятий:</b> Аудитория №02 Аудитория	<b>Аудитория №02</b> Оборудование: учебная мебель, учебно-наглядные пособия 1. Интерактивная напольная кафедра докладчика с закрывающим на ключ отсеком. 2. Ноутбук оператора Asusk56cb-хо198Н. 3. Коммутатор HP1410-16Gb. 4. Петличный радиомикрофон 5. Вокальный радиомикрофон AKG 40.	<b>Лицензионное программное обеспечение:</b> 1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор №104 от 17.06.2013

	<p>№606 Аудитория №415</p> <p><b>2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации:</b> Читальный зал №2</p>	<p>6. Матричный коммутатор интерфейса HDMI 7. Терминал видео-конференц. связи 8. Интерактивная система со встроенным короткофокусным проектором 9. Настольный интерактивный дисплей 10. Профессиональный LCD дисплей 55 11. Портативный визуализатор 12. Микшерный пульт 13. Компьютер, встраиваемый в кафедру AsRockM8D45</p> <p><b>Аудитория №606</b> Оборудование: учебная мебель, учебно-наглядные пособия</p> <p><b>Аудитория №415</b> Оборудование: доска, учебная мебель, проектор</p> <p><b>Читальный зал №2</b> Оборудование: учебный и научный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; ПК (моноблок) - 8 шт.; количество посадочных мест - 80</p>	<p>г. Лицензия- OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г.. Лицензия-OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</p> <p><b>Лицензионное программное обеспечение, позволяющее проводить компьютерное тестирование:</b></p> <p>1. Moodle «Официальный оригинальный английский текст лицензии для системы Moodle» &lt;<a href="http://www.gnu.org/licenses/gpl.html">http://www.gnu.org/licenses/gpl.html</a>&gt; Перевод лицензии для системы Moodle <a href="http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf">http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf</a></p>
--	--	--	---

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Микроэлектроника на 5-6 семестрах  
 (наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины		
	5 се- местр	6 се- местр	общее
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	108	144	7/252
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	36,2	65,2	101,4
лекций	18	16	34
практических/ семинарских	-	-	-
лабораторных	36	32	68
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2	1,2	1,9
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	53,8	<u>58,8</u>	<u>112,6</u>
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	0	36	36

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:</b>							
1.	Основные положения и направления развития микроэлектроники	2	-	4	6,75	[1]: §1-11	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос
2.	Физические основы полупроводниковой микроэлектроники. Физические явления и процессы в полупроводниковых структурах.	2	-	4	6,75	[2]: §	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос
3.	Элементы функциональной электроники. Микроэлектронные устройства на поверхностных акустических волнах (ПАВ): фильтры, линии задержки, усилители. Устройства на цилиндрических магнитных доменах (ЦМД): линии задерж-	2	-	4	6,75	[1]: §30-31 [2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос Коллоквиум

	ки, память.							
	Приборы с зарядовой связью (ПЗС): линии задержки, регистры, приемники оптического изображения. Устройства оптоэлектроники и интегральной оптики.	2	-	4	6,75	[1]: §32, [2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос Коллоквиум
	<b>Модуль 2:</b>							
4.	История появления и развития элементной базы микросистемной техники	2	-	4	6,75	[1]: §47- 52, [2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос Коллоквиум
5.	Сенсоры	2	-	4	6,75	[1]: §37- 39, 42, [2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос
6.	Актуаторы	2	-	4	6,75	[1]: §41, [2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос
7.	Нанотехнологии и наноматериалы для электроники	4	-	8	6,55	[1]: § 56, [2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос Коллоквиум
	<b>Всего часов:</b>	18	-	36	53,8			

*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:</b>							
1	Классификация интегральных схем. Технология полупроводниковых интегральных схем. Пленочные и гибридные интегральные схемы	2	-	4	8	[2]: § 2.1-2.3,	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос Коллоквиум
2	Управляемые микроразрадиокомпоненты	2	-	4	8	[1]: § 62, [2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	отчет к лаб. работе,
3	Управляемые оптоэлектромеханические микрокомпоненты	2	-	4	8	[1]: § 62, [2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	отчет к лаб. работе,
4	Микроустройства обработки, хранения и записи информа-	2	-	5	8	[2]: § 2.6	Домашняя проработка лекций и изучение литературы	отчет к лаб. работе,

	ции						по теме.	
5	Микромеханизмы, микроприводы, микромашины	2		5	8,8		Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос
6	<b>Модуль2:</b>							
7	Интеллектуальные и мультисенсорные системы. Миниатюрные аналитические приборы	3	-	5	9	[2]: § 7.1-7.3	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	отчет к лаб. работе,
8	Компоненты технологических микросистем. Миниатюрные робототехнические системы	3	-	5	9	[2]:	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос Коллоквиум
	<b>Всего часов:</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>58,8</b>			

## Рейтинг-план дисциплины Микроэлектроника

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность \_\_\_\_\_ Электроника и микроэлектроника \_\_\_\_\_  
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>Модуль2:</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 наноэлектроника  
Профиль Электронные приборы и  
автоматизированные системы

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./