


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный  
университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт информатики, электроники и робототехники  
Кафедра электроники и цифровых информационных технологий**

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель образовательной программы

 **А.М. Кармоков**  
« 30 » 05 2023 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. директора ИИЭиР

  **Р.Ш. Тешев**  
« 30 » 05 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.В.ДВ.02.02 «Основы технологии электронной компонентной  
базы»**

Направление подготовки

**11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**

**Профиль: Конструирование и технология радиоэлектронных  
средств**

**Квалификация (степень)  
выпускника Бакалавр**

**Форма обучения  
Очная**

Нальчик 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Основы технологии электронной компонентной базы» /сост. Г.А. Мустафаев – Нальчик, 2023, 17 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины (модуля) базовой части Б1.В.ДВ.02.02 студентам очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств в 4 семестре, 2 курса.

Рабочая программа составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.03-Радиофизика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 № 928 (Зарегистрировано в Минюсте России 12.10.2017 № 48537);.

.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения дисциплины	4
2.	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3.	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4.	Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
5.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	7
6.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	14
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	15
7.1.	<i>Основная литература</i>	
7.2.	<i>Дополнительная литература</i>	
7.3.	<i>Периодические издания (вестник, бюллетень, журнал)</i>	
7.4.	<i>Интернет-ресурсы</i>	
7.5.	<i>Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы</i>	
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	16
9.	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)	17

### **1 Цель и задачи освоения дисциплины(модуля)**

**Цель** изучения дисциплины (модуля): формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков в области микро- и нанотехнологических процессов (процессов планарно-эпитаксиальной технологии) создания в объеме или на поверхности твердого тела - подложки элементов и компонентов современной интегральной компонентной базы, научить основам математического моделирования технологических процессов планарно-эпитаксиальной технологии производства компонентов твердотельных ИС, расчета технологических режимов и параметров процессов.

**Задачи** изучения дисциплины (модуля):: в рамках дисциплины рассматриваются физические основы, лежащие в основе технологических процессов, особенности аппаратного обеспечения технологических процессов планарно-эпитаксиальной технологии, методы математического описания и модели технологических процессов создания компонентов БИС и СБИС.

Изучение дисциплины направлено на подготовку специалистов, способных решать проблемы, возникающие при эксплуатации изделий электронной техники с учетом области, типов и задач профессиональной деятельности в соответствии с профессиональными стандартами:

06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31 июля 2019 года N 540н (зарегистрирован в Минюсте РФ 28 августа 2019 года, регистрационный N 55756).

40.058 «Инженер - технолог по производству изделий микроэлектроники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 г. № 480н (зарегистрирован Минюстом России 29.07.2019 г. № 55439).

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к базовой части учебного плана блока 1 Б1.В.ДВ.02.02. Данная учебная дисциплина имеет перед собой задачу показать обучающемуся физико-химическую сущность используемых в планарно-эпитаксиальной технологии процессов и привить учащемуся комплексный подход к выбору и обоснованию методов и процессов формирования электронной компонентной базы.

При освоении дисциплины обучающийся сможет частично продемонстрировать следующие обобщенные трудовые функции (ОТФ):

- Эксплуатация радиоэлектронной аппаратуры (профессиональный стандарт 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», код В, уровень квалификации -5);
- Разработка единичных технологических процессов и рекомендаций по устранению и предупреждению брака в производстве изделий микроэлектроники (профессиональный стандарт 40.058 «Инженер - технолог по производству изделий микроэлектроники», код В, уровень квалификации -6);

### **3 Требования к результатам освоения дисциплины(модуля)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций :

- ПК-3 Способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению(профессиональный стандарт 06.005 «Специалист по эксплуатации

радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», трудовая функция В/01.5 - Техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры).

Код и наименование индикатора достижения компетенции:

- ПК-3.3. Предлагает внесение изменений в техпроцесс.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

-требования технических регламентов на выпускаемые изделия микроэлектроники;

-методы оценки пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства изделий микроэлектроники.

**Уметь:**

-использовать стандартные компьютерные программы для обработки статистических данных;

-определять причины отклонения параметров готового изделия от заданных;

**Владеть:**

-статистическим анализом параметров технологических операций;

-выявлением и устранением причин отклонения параметров технологических операций от заданных;

#### **4. Содержание и структура дисциплины (модуля)**

**Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля) «Основы технологии электронной компонентной базы» перечень оценочных средств и контролируемых компетенций**

№ п/п	Наименование раздела/ темы	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Приборы микро- и наноэлектроники и основные технологические маршруты их изготовления.	Современные достижения микро- и наноэлектроники. Планарно-эпитаксиальная технология создания приборов микро- и наноэлектроники. Требования к материалам, химическим реактивам, технологическим средам, технологическим условиям производства приборов микро- и наноэлектроники.	ПК-3	К,Т,ПР,
2.	Технологические процессы нанесения диэлектрических, полупроводниковых и металлических пленок	Процессы подготовки поверхности подложек. Термические методы создания оксидов полупроводниковых и металлических слоев. Низкотемпературные методы создания диэлектрических слоев. Основы литографии. Основы эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия.	ПК-3	К,Т,ПР,
3.	Технологические методы локального легирования полупроводниковых слоев и удаления диэлектрических,	Диффузия из неограниченного и ограниченного источника. Ионная имплантация. Ионный синтез диэлектрических и проводящих материалов. Математические модели технологических процессов. Оборудование, методы контроля и расчета параметров технологических процессов. Химические методы травления диэлектрических, полупроводниковых и	ПК-3	К,Т,ПР, РК

	полупроводниковых и металлических слоев.	металлических слоев. Плазменные и пучковые технологии травления материалов. Влияние локализованного заряда, индуцированного горячими носителями на параметры цифровых схем..		
--	--	--	--	--

В графе 5 приводятся планируемые формы текущего контроля: практические работы (ПР), коллоквиум (К), выполнение курсовой работы (КР), рубежный контроль (РК), тестирование (Т).

Структура дисциплины(модуля) «Основы технологии электронной компонентной базы»

Структура дисциплины(модуля)

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	4 семестр	Всего
Общая трудоемкость(в часах)	108	108
Контактная работа(в часах):	51	51
Лекции (Л)	17	17
Лабораторные работы(ЛР)	34	34
Самостоятельная работа(в часах):	48	48
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР) <sup>1</sup>		
Самостоятельное изучение разделов	39	39
Контрольная работа (К)		
Вид промежуточной аттестации	9	9
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	зачет	зачет

Таблица3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1	Планарно-эпитаксиальная технология
2	Термические методы создания приборов.
3	..Технологический маршрут изготовления БИС.
4	Методы создания диэлектрических слоев
5	Плазменные и пучковые технологии

Таблица4. Практические работы (ПР)

№ п/п	Тема
1	Моделирование процесса термического окисления монокристаллического кремния в сухом кислороде и парах воды.
2	Расчет технологических режимов 1-ой и 2-ой стадии диффузии примеси в кремнии.
3	Расчет технологических режимов процесса ионной имплантации.
4	Моделирование технологического процесса ионно-лучевого травления пленок
5	Моделирование процесса магнетронного напыления металлических пленок

Таблица 5.Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Разрешающая способность технологических методов создания СБИС

2	Принципы масштабирования при проектировании БИС
3	Физические и технологические ограничения при масштабировании СБИС
4	Технологические процессы изготовления элементов нанoeлектроники
5	Эффекты, вызываемые горячими электронами, на схемном уровне
6	Тонкие оксидные пленки в технологии СБИС

**5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации**  
Задания для текущего контроля

*Коллоквиум*

В семестре проводятся 3 коллоквиума, которые оцениваются по 8 баллов каждый.

Вопросы, выносимые на коллоквиум(контролируемая компетенция ПК-3)

Первый коллоквиум

- 1.Классификация ИС
- 2.Современные достижения микро- и нанoeлектроники
- 3.Планарно-эпитаксиальная технология производства ИС
- 3.Процессы подготовки поверхности полупроводниковых пластин
4. Основные типы растворов для химической обработки пластин
- 5.Краткая характеристика оборудования для проведения термо -диффузионных процессов
- 6.Основные методы термического окисления кремния
- 7.Нетермические методы создания оксидных слоев кремния
- 8.Методы формирования пленок нитрида кремния
9. Методы контроля качества диэлектрических пленок
- 10.Основные технологические процессы литографии
- 11.Краткая характеристика литографического оборудования
- 12.Виды брака и методы контроля процессов литографии
- 13.Методы эпитаксии кремния из газовой фазы и эпитаксиальное оборудование
- 14.Виды дефектов эпитаксии и методы контроля параметров слоев

Второй коллоквиум

- 15.Молекулярно-лучевая эпитаксия
- 16.Нанесение пленок при пониженном давлении из металлоорганических соединений (метод CVD)
- 17.Диффузия примеси в кремнии
- 18.Особенности диффузионного оборудования и основные источники диффузии в кремниевой технологии
- 19.Методы расчета технологических режимов и контроля параметров диффузионных слоев
- 20.Оборудование ионной имплантации и его основные параметры
- 21.Расчет технологических режимов процесса имплантации кремния
- 22.Особенности термического отжига имплантированных слоев
- 23.Процессы химического травления металлических, диэлектрических и полупроводниковых пленок
- 24.Плазменные методы травления металлических, диэлектрических и полупроводниковых пленок
- 25.Методы травления металлических, диэлектрических и полупроводниковых пленок ионным пучком

- 26.Оборудование для ионно-лучевого и плазменного травления пленок
- 27.Методы контроля процессов травления пленок
- 28.Термическое напыление металлических пленок
- Третий коллуквиум
- 29.Магнетронные способы напыления металлических пленок
- 30.Методы создания межслойного диэлектрика для многоуровневых систем металлизации
- 31.Технологический маршрут создания биполярных СБИС с изоляцией обратно смещенным р-n переходом
- 32.Технологический маршрут создания биполярных СБИС с диэлектрической изоляцией
33. Технологический маршрут создания р- МОП СБИС
34. Технологический маршрут создания n- МОП СБИС
35. Технологический маршрут создания К-МОП СБИС
36. Технология создания структур с полной диэлектрической изоляцией для силовых п/п приборов и ИС
- 37.Технология БИС кремний на сапфире (КНС)
- 38.Технология БИС кремний на изоляторе (КНИ)
- 39.Технология БИС FinFet («плавник»)

***Рекомендации при подготовке к коллоквиуму***

- проработать конспекты лекций по вопросам коллоквиума;
- прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемым вопросам;
- ответить на вопросы коллоквиума;
- при затруднениях, проконсультироваться с преподавателем.

***Критерии оценивания***

<b>2 балл</b>	<b>4 балла</b>	<b>6 балла</b>	<b>8 баллов</b>
<i>Студент не знает значительной части вопросов, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.</i>	<i>Студент поверхностно знает вопросы коллоквиума, допускает неточности в ответе на вопрос</i>	<i>Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.</i>	<i>Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.</i>

***Образцы тестовых заданий***

***(контролируемая компетенция ПК-3)***

1. Возрастание сопротивления легированных полупроводников при температурах, вблизи 0 К объясняется:
  - а) увеличением ширины запрещенной зоны;
  - б) уменьшением плотности состояний на примесных уровнях;
  - в) резким снижением концентрации носителей заряда за счет уменьшения степени ионизации примесных уровней;
  - г) снижением подвижности носителей заряда
2. Возрастание сопротивления собственных полупроводников при температурах, вблизи 0 К объясняется:
  - а) резким снижением равновесной концентрации собственных носителей заряда;
  - б) уменьшением плотности состояний на примесных уровнях;
  - в) резким снижением концентрации носителей заряда за счет уменьшения степени ионизации примесных уровней;
  - г) снижением подвижности носителей заряда



3. При температурах, вблизи 0 К подвижность носителей заряда:
- а) значительно уменьшается;
  - б) увеличивается;
  - в) незначительно уменьшается;
  - г) не зависит от температуры
4. Для нанесения пленок металлов используются следующие технологические методы:
- а) гальваническое осаждение;
  - б) термическое, либо электронно-лучевое напыление;
  - в) магнетронное, либо катодное распыление;
  - г) молекулярно-лучевая эпитаксия
5. Магнетронное напыление пленок металлов используется ограниченно потому, что:
- а) трудно контролировать толщину пленки;
  - б) невозможно напылить пленку требуемого состава
  - в) пленка загрязняется посторонними примесями в процессе напыления;
  - г) ограничен круг металлов, напыляемых данным методом
6. В качестве туннельных барьеров в сверхпроводящих ИС наиболее часто используются пленки, на основе:
- а) сверхпроводящих металлов;
  - б) нормальных металлов
  - в) оксидов металлов и некоторых диэлектриков;
  - г) полупроводников типа кремния и арсенида галлия
7. Типичная толщина туннельного барьера составляет:
- а) 0,1 – 1 мкм;
  - б) 1 – 6 нм;
  - в) 10 – 15 нм;
  - г) 0,01 – 0,1 нм
8. Основным технологическим методом формирования туннельного барьера является:
- а) нанесение пленки нормального металла;
  - б) нанесение и окисление пленки полупроводника
  - в) окисление металла нижнего электрода;
  - г) окисление пленки диэлектрика

#### *Методические рекомендации по подготовке к тестированию*

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

- а) готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине. Проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;
- б) четко выясните все условия тестирования заранее. Знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д.
- в) приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные (их может быть несколько). На отдельном листке ответов выпишите цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;
- г) в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант.
- д) если Вы встретили чрезвычайно трудный для Вас вопрос, не тратьте много времени на него. Переходите к другим тестам. Вернитесь к трудному вопросу в конце.

е) обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

#### Критерии оценивания

<i>Оценка</i>			
<i>неудовлетворительно</i> 0 баллов	<i>удовлетворительно</i> 3 балла	<i>хорошо</i> 4 балла	<i>отлично</i> 5 баллов
<i>Менее 50 % правильно выполненных заданий.</i>	<i>50-70% правильно выполненных заданий.</i>	<i>71-85% правильно выполненных заданий.</i>	<i>86-100% правильно выполненных заданий.</i>

### **Задания для практических занятий**

#### ***(контролируемая компетенция ПК-3)***

Лабораторный практикум является важным элементом обучения, т.к. прививает навыки самостоятельной работы на различном лабораторном оборудовании и умение пользоваться различными приборами и инструментами.

#### ***Пример типовой лабораторной работы «Расчет технологических режимов процесса ионной имплантации.»***

Целью данной работы является разработка топологии пассивных элементов ИС: резисторов.

#### ***Методические рекомендации***

Выполнение каждой работы складывается из следующих этапов.

1. Самостоятельная подготовка студентов к работе. Перед началом работы студенты должны четко представлять себе цель работы, знать сущность ожидаемых результатов. Студенты, не подготовившиеся к работе к выполнению работы не допускаются.

2. Расчет технологических режимов процесса ионной имплантации..Этот этап осуществляется в соответствии с методическими указаниями, которые содержатся в описании к каждой работе. Практические студент может начать только после собеседования с преподавателем и получения соответствующего допуска.

При работе необходимо строго выполнять все правила техники безопасности и указания преподавателя.

3. Составление отчета о проделанной работе. К отчету о выполненной работе предъявляются следующие требования:

Отчет должен содержать исчерпывающие данные, как о цели работы, так и о результатах.

4. После представления отчета студент должен иметь, как минимум, поверхностные знания по контрольным вопросам к работе, имеющимся в методических указаниях, и ему выставляется балл, которым оценена данная лабораторная работ  
:

#### ***Промежуточная аттестация***

#### ***(контролируемая компетенция ПК-3)***

##### ***Список основных вопросов к зачету***

- 1.Классификация ИС
- 2.Современные достижения микро- и нанoeлектроники
- 3.Планарно-эпитаксиальная технология производства ИС

3. Процессы подготовки поверхности полупроводниковых пластин
4. Основные типы растворов для химической обработки пластин
5. Краткая характеристика оборудования для проведения термо -диффузионных процессов
6. Основные методы термического окисления кремния
7. Нетермические методы создания оксидных слоев кремния
8. Методы формирования пленок нитрида кремния
9. Методы контроля качества диэлектрических пленок
10. Основные технологические процессы литографии
11. Краткая характеристика литографического оборудования
12. Виды брака и методы контроля процессов литографии
13. Методы эпитаксии кремния из газовой фазы и эпитаксиальное оборудование
14. Виды дефектов эпитаксии и методы контроля параметров слоев
15. Молекулярно-лучевая эпитаксия
16. Нанесение пленок при пониженном давлении из металлоорганических соединений (метод CVD)
17. Диффузия примеси в кремнии
18. Особенности диффузионного оборудования и основные источники диффузии в кремниевой технологии
19. Методы расчета технологических режимов и контроля параметров диффузионных слоев
20. Оборудование ионной имплантации и его основные параметры
21. Расчет технологических режимов процесса имплантации кремния
22. Особенности термического отжига имплантированных слоев
23. Процессы химического травления металлических, диэлектрических и полупроводниковых пленок
24. Плазменные методы травления металлических, диэлектрических и полупроводниковых пленок
25. Методы травления металлических, диэлектрических и полупроводниковых пленок ионным пучком
26. Оборудование для ионно-лучевого и плазменного травления пленок
27. Методы контроля процессов травления пленок
28. Термическое напыление металлических пленок
29. Магнетронные способы напыления металлических пленок
30. Методы создания межслойного диэлектрика для многослойных систем металлизации
31. Технологический маршрут создания биполярных СБИС с изоляцией обратного смещенным р-п переходом
32. Технологический маршрут создания биполярных СБИС с диэлектрической изоляцией
33. Технологический маршрут создания р- МОП СБИС
34. Технологический маршрут создания n- МОП СБИС
35. Технологический маршрут создания К-МОП СБИС
36. Технология создания структур с полной диэлектрической изоляцией для силовых п/п приборов и ИС
37. Технология БИС кремний на сапфире (КНС)
38. Технология БИС кремний на изоляторе (КНИ)
39. Технология БИС FinFet («плавник»)
40. Основные методы изготовления силовых дискретных полупроводниковых приборов (БТ, МОП - транзистор, БТИЗ, БСИТ и др.)

#### ***Методические рекомендации при подготовке к зачету***

Подготовка студентов к зачету включает проработку лекций, в течение семестра и непосредственную подготовку в дни, предшествующие зачету, включая, конечно, подготовку к коллоквиумам, тестированию, выполнению лабораторных работ и их защиту.

Для подготовки к ответам вопросы зачета (они выдаются в конце семестра) студент должен использовать не только курс лекций, но и основную и дополнительную литературу для выработки умения давать развернутые ответы на поставленные вопросы.

В ходе подготовки к зачету студенту необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания изучаемых вопросов. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных систематизированных знаний аналитическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к зачету должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

#### Распределение баллов текущего, рубежного контроля

№		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3 точка
1.	Текущий контроль				
	посещение занятий	10 баллов	3 балла	3 балла	4 балла
	выполнение и защита лабораторных работ	21 балл	7 баллов	7 баллов	7 баллов
2.	Рубежный контроль				
	тестирование	15 баллов	5 баллов	5 баллов	5 баллов
	коллоквиум	24 балла	8 баллов	8 баллов	8 баллов
	Итого	70 баллов	23 балла	23 балла	24 балла

#### Критерии оценивания

При освоении дисциплины формируется компетенция **ПК-3**. Указанная компетенция формируется в соответствии со следующими этапами:

- формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
- приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические работы, самостоятельная работа студентов);
- закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (практические работы, практики, выпускная квалификационная работа).

#### • Критерии оценки качества освоения дисциплины, завершающейся зачетом

Баллы (рейтинговой оценки)	Результат освоения	Требования уровню сформированности компетенций
61-70	Зачтено (без процедуры сдачи зачета)	Обучающийся освоил знания, умения и навыки входящие в состав компетенций- ПК-3 -Способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению
36-61	Зачтено (с процедурой сдачи зачета)	Обучающийся проявляет компетенции ПК-3 но не в полном объеме входящих в его состав действий. Обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы.

менее 36 балла	не допущен к зачету	Компетенции не сформированы
-------------------	------------------------	-----------------------------

- «Зачтено» выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию.
- При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.
- «Не зачтено» может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.
- 

**6. Показатели и критерии оценивания компетенций при изучении дисциплины, описание шкал оценивания**

: Таблица 6. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
<p>- ПК-3 Способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению</p> <p>Код и наименование индикатора достижения компетенции:</p> <p>- ПК-3.3. Предлагает несение изменений в техпроцесс.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>-требования технических регламентов на выпускаемые изделия микроэлектроники;</p> <p>-методы оценки пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства изделий микроэлектроники.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>-использовать стандартные компьютерные программы для обработки статистических данных;</p> <p>-определять причины отклонения параметров готового изделия от заданных;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>-статистическим анализом параметров технологических операций;</p> <p>-выявлением и устранением причин отклонения параметров технологических операций от заданных;</p>	<p>Выполнение практических работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.</i>); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 5.4.</i>).</p> <p>Выполнение практических работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.</i>); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 5.4.</i>).</p> <p>Выполнение практических работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.</i>); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 5.4.</i>).</p>

		материалы к экзамену (раздел 5.4.).

## 7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

### Основная литература

1. Мустафаев Г.А., Черкесова Н.В. Трехмерные интегральные схемы. Нальчик, 2016 г., 89 с.
2. Мустафаев Г.А., Черкесова Н.В. Проектирование и конструирование дискретных полупроводниковых приборов и активных элементов БИС и СБИС. г. Нальчик, 2015 г., с. 58.
3. Водовозов А.М. Основы электроники. М.: Инфра-Инженерия, 2016, 140 с. - Режим доступа: <http://lanbooks.com>, ЭБС «IPRbooks».
4. Зебрев Г.И. Физические основы кремниевой наноэлектроники Учебное пособие для вузов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 241 с.— Режим доступа: <http://lanbooks.com>, ЭБС «IPRbooks»
5. Гуртов В.А. Твердотельная электроника. М.: Техносфера, 2008. - 512 с. - ISBN: 978-5-94836-187-1

### Дополнительная литература

1. Зебрев Г. И. Физические основы кремниевой наноэлектроники. БИНОМ. Лаборатория знаний., 2011 г. Режим доступа: <http://lanbooks.com>
2. Герасименко Н. Н., Пархоменко Ю. Н. Кремний-материал наноэлектроники. Москва: Техносфера, 2007. - 152 с.
3. Красников Г. Я. Конструктивно – технологические особенности субмикронных МОП – транзисторов, 2004 г. Режим доступа: <http://lanbooks.com>

#### 7.3. Периодические издания

Перечень периодических изданий, получаемых библиотекой КБГУ, в которых студент может ознакомиться с современными достижениями в области электроники, микро и наноэлектроники:

- Физика. (Физика полупроводниковых проводников и диэлектриков, квантовая электроника). Известия ВУЗов;
- Электроника;
- Физика и технология полупроводников;
- Микроэлектроника;
- Квантовая электроника.

#### 7.4. Интернет-ресурсы

1. <http://lib.kbsu.ru/> - Библиотека КБГУ.
2. <http://www.garant.ru/> - Справочная правовая система «Гарант».
3. <http://www.consultant.ru/> - Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
4. <http://www.studmedlib.ru> - ЭБС «Консультант студента»
5. [http://www.ph4s.ru/book\\_electronika.html](http://www.ph4s.ru/book_electronika.html) - Образовательный проект А.Н. Варгина
6. <http://www.Russianelectronics.ru> - портал «Время электроники»;

7. <http://www.platan.ru> – каталог электронных компонентов;
8. <http://metodist.lbz.ru/iumk/nano/lections.php> - видеоролики по нанотехнологии;
9. <http://nano.fcior.edu.ru> – каталог научно- образовательных ресурсов для наноиндустрии.

7.5 Методические указания к практическим и лабораторным занятиям.

1. Мустафаев Г.А., Черкесова Н.В. Основы проектирования электронной компонентной базы/методические указания по решению задач, Нальчик, 2013г., -43с
2. Мустафаев Г.А., Панченко В.А. Проектирование топологии ИС и печатных плат. Методические рекомендации, Нальчик, 2011г., -64с

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Материально-техническую базу для проведения занятий по дисциплине составляет:

- специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного типа №238, расположенная по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 175, учебный корпус университета №4 (ФМФ).

Специализированная лекционная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного типа, оснащена мультимедийным проектором, рабочими местами студентов и преподавателя.

Мультимедийная презентация, сопровождающая лекцию, позволяет преподавателю акцентировать внимание студенческой аудитории на ключевых вопросах лекции.

Студенты имеют доступ через интернет к единому образовательному portalу, где в открытом доступе имеются ресурсы учебно-методической литературы, являющиеся разработками ведущих ВУЗов России.

Дисциплина обеспечена:

- тестовым материалами в электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет);
- книжным фондом библиотеки;
- электронными версиями лекций и учебников.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, оснащенных компьютерами с установленным необходимым программным обеспечением.

Студенты имеют доступ через Интернет доступ к электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет), которая позволяет размещать электронные учебные материалы доступно для студентов университета.

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются: **лицензионное программное обеспечение и свободно распространяемые программы:** MicrosoftOffice лицензия: Договор №135 от 22.05.2018, договор № л-21100 от 20.09.2017, сертификат от 29.11.2017, договор № 28/2017-31705322460 от 29.08.2017, договор № 18/2016-31603884322 от 12.08.2016, договор № 4/14-08 от 14.08.2015, договор № 1/01-12 от 01.12.2014, договор №0331100002314000061-0003152-01 от 25.11.2014, договор №0331100002314000077-0003152-01 от 29.12.2014, договор №0331100002314000038-0003152-01 от 10.09.2014, сертификат от 20.04.2009, сертификат от 18.06.2008, сертификат от 12.10.2007, сертификат от 14.03.2007

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. Специализированное помещение для инвалидов расположено по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173, главный учебный корпус университета, аудитория №145.

В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

- альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

### Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

1. Студенты имеют доступ к единому образовательному portalу, где могут в открытом доступе пользоваться ресурсами учебно-методической литературы, являющимися разработками ведущих ВУЗОВ России.

2. Для рейтингового контроля используется система компьютерного тестирования на базе программного обеспечения Moodle.

3. При выполнении лабораторного практикума студенты в обязательном порядке проводят обработку экспериментальных данных с применением программных сред Microsoft Excel, MathCad., САПР Electronics Workbench., САПР P-CAD 2001., САПР PSpice

4. В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерные классы с современным программным обеспечением и имеющим выход в Интернет



### ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине «Основы технологии электронной компонентной базы», Направление подготовки 11.03.03. Конструирование и технология электронных средств на 20\_\_\_\_\_/2020\_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
наименование кафедры

протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
подпись, расшифровка подписи, дата