

**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

 **О.А. Молоканов**

«16» декабря 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИЭ и Р

 **Б.В. Шогенов**

«16» декабря 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.ДВ.02.02 «ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ
ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ»**

Специальность

**12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы
специального назначения**

Специализация

**Оптико-электронные информационно-измерительные приборы и
системы**

Квалификация (степень) выпускника

Инженер

Форма обучения

Очная

Нальчик 2024

Рабочая программа дисциплины (модуля) «*Основы технологии электронной компонентной базы*» /сост. М.М. Оракова– Нальчик: КБГУ, 2024 г. 27 с.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «*Основы технологии электронной компонентной базы*» предназначена для студентов очной формы обучения по специальности 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения, 2курс, 4 семестр.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «*Основы технологии электронной компонентной базы*» составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности **12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «09» февраля 2018 г. № 93.

Содержание

1.Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)	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
Структура дисциплины (модуля)	5
5.Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	7
5.1. Коллоквиум	7
5.2. Образцы тестовых заданий	8
Методические рекомендации по подготовке к тестированию	9
Критерии оценивания	10
5.3. Задания для лабораторных занятий	10
6.Промежуточная аттестация	10
7.Контроль курсовых работ	10
8.Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности	12
9.Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	15
Основная литература	15
Дополнительная литература	15
Периодические издания	15
Интернет-ресурсы	15
10. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий	15
11.Материально-техническое обеспечение дисциплины	15
Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)	16

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

1.1. Цели освоения дисциплины:

-получение студентами комплекса теоретических и практических знаний, позволяющий им свободно ориентироваться в современной технологии производства полупроводниковых и диэлектрических материалов, нашедших широкое применение в электронной промышленности, на основе которых изготавливаются устройства интегральной функциональной электроники;

-формирование навыков экспериментальных исследований свойств материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов нанoeлектроники.

1.2. Основные задачи дисциплины:

изучение основных принципов технологии производства ИМС и принципов работы технологического оборудования, используемого для различных технологических операций в производстве электронной компонентной базы.

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: профессиональный стандарт 29.004 "Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 декабря 2015 г. № 1141н.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений Б1.В.ДВ.02.02 учебного плана по специальности **12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения**, специализация: «Оптико-электронные информационно-измерительные приборы и системы»

Изучение дисциплины «Основы технологии электронной компонентной базы» базируется на следующих, ранее изучаемых, дисциплинах: «Молекулярная физика и термодинамика», «Материаловедение в приборостроении».

Освоение данной дисциплины, в свою очередь, необходимо для успешного усвоения, в последующем, специальных курсов по дисциплине: «Технология изготовления оптических изделий», «Современные технологии в оптико-электронной технике» и др.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данной специальности:

общепрофессиональной компетенции (ОПК-4):

Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

Код и наименование индикатора достижения компетенции:

ОПК-4.1. Способен разрабатывать алгоритмы решения задач своей профессиональной деятельности.

ОПК-4.2. Способен разрабатывать программное обеспечение для решения задач своей профессиональной деятельности.

Профессиональные компетенции (ПК-4):

Способен к внедрению технологических процессов производства и контроля качества оптоэлектроники, оптико-электронных и оптических приборов, комплексов и их составных частей.

Код и наименование индикатора достижения компетенции:

ПК-4.1. Способен обосновывать требования к изготовлению оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей с учетом требований технического задания и возможностей организации изготовителя.

ПК-4.2. Способен применять компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

ПК-5. Способен проектировать специальную оснастку, предусмотренную технологией изготовления оптотехники, оптических, оптикоэлектронных приборов, комплексов и их составных частей

Код и наименование индикатора достижения компетенции:

ПК-5.3. Способен применять компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

В результате изучения дисциплины (модуля) «**Основы технологии электронной компонентной базы**» студент должен:

знать:

- основы программирования: языки программирования (Python, Java, C++, и др.), принципы работы компьютера на низком уровне (процессор, память, устройства ввода/вывода).
- методы изготовления оптико-электронных приборов и способы организации их производства; методики и технические средства контроля и испытаний; способы повышения производительности труда, технического уровня и эффективности производства.
- виды технологических процессов изготовления приборов, комплексов и их составных частей; виды технологических процессов сборки приборов и комплексов

уметь:

- работать с разными инструментами и средами разработки (IDE, системы контроля версий, библиотеки и т.д.)
- анализировать техническое задание на разработанные модели оптико-электронных приборов, отрабатывать изделия на технологичность, улучшать качество изготавливаемых изделий.
- планировать потребности в оборудовании, материально технических ресурсах и персонале для реализации технологического процесса; организовывать подготовку и настройку оборудования для изготовления приборов, комплексов и составных частей.

владеть:

- навыками работы с базами данных и написание эффективных запросов.
- методами внедрения технологических процессов и методикой производства, контроля и испытаний приборов, комплексов и их составных частей; методами отработки изделий на технологичность и улучшение качества изделий
- навыками организации материально технического обеспечения разработанного технологического процесса и наладки необходимого технологического оборудования.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

В таблице 1 приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), коллоквиум (К), тестирование (Т).

Таблица 1

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1.	Общие сведения о планарной технологии производства интегральных микросхем	Общая схема технологического процесса. Групповая обработка. Минимальный топологический размер (МТР) – основной показатель уровня технологии. Степень интеграции микросхем. Динамика МТР и степени интеграции, закон Мура. Перспективы развития планарной технологии..	ОПК-4.1 ОПК-4.2. ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.3	К, Т, ЛР
2.	Изготовление полупроводниковых пластин	Механическая обработка полупроводниковых материалов. Шлифование полупроводниковых материалов. Методы исследования структурных нарушений полупроводниковых материалов при механической обработке. Полирование полупроводниковых материалов. Физико-химические основы процесса травления. Способы травления полупроводников.	ОПК-4.1 ОПК-4.2. ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.3	К, Т, ЛР
3.	Способы получения р–n переходов	Диффузия. Механизмы диффузии. Элементы математического описания диффузионных процессов. Способы проведения диффузионных процессов. Диффузия из газовой и паровой фазы. Диффузия из поверхностных источников. Ионная имплантация. Физические основы ионной имплантации. Каналирование ионов. Особенности технологии ионной имплантации. Отжиг ионно-легированных слоев.	ОПК-4.1 ОПК-4.2. ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.3	К, Т, ЛР
4.	Технология получения эпитаксиальных слоев	Методы эпитаксии полупроводников из газовой фазы. Легирование и автолегирование. Газофазная эпитаксия. Принципиальные схемы проведения эпитаксиальных процессов. Жидкостная эпитаксия и области ее применения. Молекулярно-лучевая эпитаксия	ОПК-4.1 ОПК-4.2. ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.3	К, Т, ЛР

5	Литографические процессы в производстве интегральных микросхем	Основные фототехнические характеристики фоторезистов. Способы получения фотошаблонов. Анализ точности литографического процесса. Сопоставительный анализ предельных возможностей процессов литографии, основанных на применении ультрафиолетового, лазерного и рентгеновского излучений, электронных и ионных пучков.	ОПК-4.1 ОПК-4.2. ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.3	К, Т, ЛР
6	Металлизация в производстве интегральных микросхем	Методы нанесения тонких пленок в вакууме: вакуумтермический, термоионный, электронно-лучевой, ионноплазменный (с использованием разрядов на постоянном токе, а также ВЧ- и СВЧ-разрядов), с помощью автономных ионных источников. Магнетронные распылительные системы. Алюминиевая и медная металлизация. Технология Damascene.	ОПК-4.1 ОПК-4.2. ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.3	К, Т, ЛР
7	Диэлектрические покрытия на кремнии	Термодинамика процесса окисления кремния. Физическая модель окисления кремния. Кинетика активного и пассивного окисления полупроводников. Формирование диэлектрических пленок методом осаждения. Получение МДПструктур. Материалы затвора в субмикронных транзисторах. High-k – диэлектрики. Технология КНИ.	ОПК-4.1 ОПК-4.2. ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.3.	К, Т, ЛР

Структура дисциплины (модуля)

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы (180 часов).

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	4 семестр	Всего
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Контактная работа (в часах):	90	90
<i>Лекционные занятия (Л)</i>	36	36
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	54	54
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:	81	81
Курсовая работа (КР)/ Курсовой проект (КП)	не предусмотрен	не предусмотрен
Самостоятельное изучение разделов/тем	81	81
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

Лекционные занятия

Таблица 3

№	Тема
1.	Общие сведения о планарной технологии производства интегральных микросхем
2.	Изготовление полупроводниковых пластин
3.	Способы получения р–n переходов
4.	Технология получения эпитаксиальных слоев
5.	Литографические процессы в производстве интегральных микросхем
6.	Металлизация в производстве интегральных микросхем
7.	Диэлектрические покрытия на кремнии

Лабораторные работы

Таблица 4.

№	Тема
1.	Составление технологического маршрута изготовления прибора
2.	Определение глубины нарушенного слоя после механической обработки кремниевых пластин методом косого шлифа.
3.	Получение пленок In на Si методом вакуумного напыления.
4.	Расчет технологических параметров термического испарения металлов в вакууме
5.	Получение пленок Pb на Si методом магнетронного распыления.
6.	Расчет технологических параметров тонкопленочных конденсаторов.

Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 5.

№	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Основные требования к технологическим процессам сварки и пайки при сборке и монтаже интегральных микросхем.
2	Сборка на ленточных носителях.
3	Герметизация интегральных микросхем в корпусном и бескорпусном вариантах
4	. Методы испытания ИМС и измерение их параметров.

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

5.1. Коллоквиум

(контролируемые компетенции ОПК-4.1, ОПК-4.2, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.3)

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

Вопросы, выносимые на коллоквиум

Первый коллоквиум

1. Общие сведения о планарной технологии производства интегральных микросхем.
2. Изготовление полупроводниковых пластин.
3. Способы получения р-п переходов

Второй коллоквиум

1. Технология получения эпитаксиальных слоев
2. Литографические процессы в производстве интегральных микросхем

Третий коллоквиум

1. Металлизация в производстве интегральных микросхем
2. Диэлектрические покрытия на кремнии
3. Сборка и испытание ИМС-структур

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.

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

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

5.2. Образцы тестовых заданий

(контролируемые компетенции ОПК-4.1, ОПК-4.2, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.3)

I:

S: Вторым этапом проведения литографии является:

- : подготовка пластин
- +: нанесение фоторезиста
- : совмещение и экспонирование
- : проявление фоторезиста
- : травление нижележащего слоя
- : удаление фоторезиста

I:

S: Первым этапом проведения литографии является:

- +: подготовка пластин
- : нанесение фоторезиста
- : совмещение и экспонирование
- : проявление фоторезиста
- : травление нижележащего слоя
- : удаление фоторезиста

I:

S: Завершающим этапом проведения литографии является:

- : подготовка пластин
- : нанесение фоторезиста
- : совмещение и экспонирование
- : проявление фоторезиста
- : травление нижележащего слоя
- +: удаление фоторезиста

I:

S: Правильной последовательностью проведения основных этапов фотолитографии является:

- 1: подготовка пластин
- 2: нанесение фоторезиста
- 3: совмещение и экспонирование
- 4: проявление фоторезиста
- 5: травление нижележащего слоя
- 6: удаление фоторезиста

I:

S: Подготовка поверхности к нанесению фотослоя заключается в обработке специальными растворителями при температурах близких к:

- +: температуре кипения
- : комнатной температуре
- : температуре плавления подложки

I:

S: Правильной последовательностью подготовки поверхности к нанесению фотослоя является:

- 1: обработка подложек специальными растворителями
- 2: Промывка подложек в проточной дистиллированной или деионизованной воде
- 3: Сушка подложек

I:

S: При негативном фоторезисте под действием ультрафиолетового света происходит ... освещенных участков пленки.

- : разрушение
- +: полимеризация

I:

S: При позитивном фоторезисте под действием ультрафиолетового света происходит ...

освещенных участков пленки.

+: разрушение

-: полимеризация

I:

S: Негативный фотошаблон- это фотошаблон, на котором изображение элементов схемы представлено в виде:

+: светлых участков на непрозрачном фоне

-: темных участков на непрозрачном фоне

-: светлых участков на прозрачном фоне

-: темных участков на прозрачном фоне

I:

S: Позитивный фотошаблон- это фотошаблон, на котором изображение элементов схемы представлено в виде:

+: непрозрачных для актиничного излучения участков на светлом прозрачном фоне

-: прозрачных для актиничного излучения участков на светлом прозрачном фоне

-: непрозрачных для актиничного излучения участков на светлом непрозрачном фоне

-: непрозрачных для актиничного излучения участков на темном прозрачном фоне

I:

S: Фотошаблон- это пластина либо полимерная пленка со сформированным на ее поверхности рисунком элементов схем из материала, ... :

+: не пропускающее актиничное излучение

-: пропускающее актиничное излучение

-: не пропускающее магнитное излучение

-: пропускающее магнитное излучение

I:

S: Повышение разрешающей способности фоторезиста сопровождается ... к подложкам.

+: снижением адгезии

-: повышением адгезии

-: снижением когезии

I:

S: К основным требованиям при выборе фоторезистов относятся (несколько верных ответов):

+: способность образования сплошных пленок

+: хорошая адгезия к подложкам

-: хорошая когезия к подложкам

+: кислотоустойчивость

+: высокая разрешающая способность

I:

S: Преимуществами метода пульверизации при нанесении фоторезиста является (несколько верных ответов):

+: высокая однородность пленки по толщине

+: отсутствие утолщений на краях

+: отсутствие проколов

-: относительно дешевизна

-: простое оборудование

I:

S: Удаление фоторезиста проводится в:

+: кислородной плазме

-: проточной дистиллированной воде

-: проточной деионизованной воде

I:

S: При окончании процесса травления нижележащего слоя, пластины переносятся:

- + : под водяной душ
- : в вакуумную камеру
- : в кислородную плазму

I:

S: Травление нижележащего слоя осуществляется в растворе ... кислоты:

- + : соляной
- : плавиковой
- : серной
- : азотной
- : кремниевой

I:

S: После формирования в слое фоторезиста скрытого рисунка следует операция ... :

- + : проявления
- : травления
- : сушки
- : совмещения

I:

S: Существуют следующие методы экспонирования при изготовлении рабочих копий фотошаблонов (несколько верных ответов):

- + : контактное
- + : проекционное
- + : экспонирование с зазором
- : контактно-проекционное
- : фотоэмульсионное

I:

S: При больших скоростях вращения центрифуги число проколов ... :

- + : увеличивается
- : уменьшается
- : не изменяется

5.3. Типовые задания для самостоятельной работы

(контролируемые компетенции ОПК-4.1, ОПК-4.2, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.3)

1. Классифицировать и перечислить основные этапы технологии изготовления интегральных микросхем.
2. Перечислить основные и вспомогательные материалы, используемые в производстве полупроводниковых приборов и ИС.
3. Перечислить основные технологические процессы получения эпитаксиальных пленок на полупроводниковых подложках.
4. Провести сравнительный анализ различных способов эпитаксиального наращивания.
5. Перечислить особенности электронно-ионной технологии.

5.4. 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:

- готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине. Проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;
- четко выясните все условия тестирования заранее. Знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д.
- 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;
- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант.
- если Вы встретили чрезвычайно трудный для Вас вопрос, не тратьте много времени на него. Переходите к другим тестам. Вернитесь к трудному вопросу в конце.
- обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Критерии оценивания

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

5.5. Задания для лабораторных занятий

(контролируемые компетенции ОПК-4.1, ОПК-4.2, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.3)

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

5.6. Методические указания

Выполнение каждой лабораторной работы складывается из следующих этапов.

1. Самостоятельная подготовка студентов к работе. Перед началом работы студенты должны четко представлять себе цель работы, сущность ожидаемых результатов. Для этого необходимо подготовиться теоретически. Студенты, не подготовившиеся к работе в соответствии с этими требованиями, к выполнению работы не допускаются.
2. Проведение эксперимента. Этот этап осуществляется в соответствии с методическими указаниями, которые содержатся в описании к каждой работе. Лабораторные работы на персональном компьютере студент может начать только после собеседования с преподавателем и получения соответствующего допуска. При работе в лаборатории 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 в следующей последовательности:

- задание;
- теоретическое обоснование темы;
- экспериментальные результаты;
- общие выводы о работе и заключение.

Текст отчета должен быть написан аккуратно и разборчиво от руки или представлен в виде распечатки, после компьютерной верстки. В обоих случаях текст должен представлять собой логическое изложение существа вопроса. Отчет должен быть понятен для каждого читающего без каких-либо дополнительных вопросов у составителей отчета.

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 работа.

6. Промежуточная аттестация

(контролируемые компетенции ОПК-4.1, ОПК-4.2, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.3)

Список основных вопросов к устному зачету

1. Общая схема технологического процесса. Групповая обработка.
2. Минимальный топологический размер (МТР) – основной показатель уровня технологии. Степень интеграции микросхем.
3. Динамика МТР и степени интеграции, закон Мура.
4. Перспективы развития планарной технологии.
5. Механическая обработка полупроводниковых материалов.
6. Шлифование полупроводниковых материалов.
7. Методы исследования структурных нарушений полупроводниковых материалов при механической обработке.
8. Полирование полупроводниковых материалов.
9. Физико-химические основы процесса травления. Способы травления полупроводников.
10. Диффузия. Механизмы диффузии.
11. Элементы математического описания диффузионных процессов.
12. Способы проведения диффузионных процессов.
13. Диффузия из газовой и паровой фазы.
14. Диффузия из поверхностных источников.
15. Ионная имплантация. Физические основы ионной имплантации.
16. Каналирование ионов.
17. Особенности технологии ионной имплантации.
18. Отжиг ионно-легированных слоев.
19. Методы эпитаксии полупроводников из газовой фазы.
20. Легирование и автолегирование.
21. Газофазная эпитаксия.
22. Принципиальные схемы проведения эпитаксиальных процессов.
23. Жидкостная эпитаксия и области ее применения.
24. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
25. Способы получения фотошаблонов.
26. Анализ точности литографического процесса.
27. Сопоставительный анализ предельных возможностей процессов литографии, основанных на применении ультрафиолетового, лазерного и рентгеновского излучений, электронных и ионных пучков.
28. Методы нанесения тонких пленок в вакууме: вакуумтермический, термоионный, электронно-лучевой, ионноплазменный (с использованием разрядов на постоянном токе, а также ВЧ- и СВЧ-разрядов), с помощью автономных ионных источников.
29. Магнетронные распылительные системы.
30. Алюминиевая и медная металлизация. Технология Damascene.

31. Термодинамика процесса окисления кремния.
32. Физическая модель окисления кремния.
33. Кинетика активного и пассивного окисления полупроводников.
34. Формирование диэлектрических пленок методом осаждения.
35. Получение МДПструктур.
36. Материалы затвора в субмикронных транзисторах. High-k – диэлектрики.
37. Технология КНИ.

Методические рекомендации при подготовке к зачету

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

Для подготовки к ответам на вопросы (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 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.

Критерии оценивания

Оценка			
неудовлетворительно 0 баллов	удовлетворительно 3 балла	хорошо 4 балла	отлично 5 баллов
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий.	Посещение не менее 60% лекционных и практических занятий.	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий.	Посещение не менее 85% лекционных и практических занятий.
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос.	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

7.Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Основные процедуры по оценке знаний, умений и навыков по дисциплине «Основы технологии электронной компонентной базы», осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе (БРС) аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета и программ магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (kbsu@mail.ru Локальные нормативные акты КБГУ).

В Положении о БРС определены:

- виды и формы аттестации,
- порядок допуска и прохождения промежуточной аттестации,
- отработка текущей, рубежной, промежуточной аттестации и отчисление из образовательной организации,
- порядок организации, проведения и представления результатов балльно-рейтинговых мероприятий,
- организация контроля проведения балльно-рейтинговых контрольных мероприятий,
- особенности организации и проведения балльно-рейтинговых контрольных мероприятий

для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья,
- оформление, учет и хранения нормативной документации.

9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература

1. Раскин, А. А. Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники: учеб. пособие для вузов. Ч.2 / А. А. Раскин, В. К. Прокофьева. - М. : БИНОМ. Лаборатор. знаний, 2015. - 165 с. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_007486915/?ysclid=m3rbgpgyce464379752
2. Рошин, В. М. Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники: учеб. пособие для вузов. Ч.2 / В. М. Рошин, М. В. Силибин. - М.: БИНОМ. Лаборатор. знаний, 2012. - 180 с. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_007486915/?ysclid=m3rbhfjxph665833837

Дополнительная литература

3. Герасименко, Пархоменко, .Ю. Н. Кремний - материал нанoeлектроники. М.: Техносфера, 2007. 351 с. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_003082948/?ysclid=m3rbyitlv842647644
4. Сошина Т.О., Трофимов В. Н. Новые материалы и технологии: Учебное пособие для вузов. Издательство "Лань", 2023, 192 стр. <https://e.lanbook.com/book/356036>
5. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. М., Высшая школа. 1986 г. https://rusneb.ru/catalog/002178_000020_BGUNB-BEL%7C%7C%7CBIBL%7C%7C%7C0000315266/?ysclid=m3rbzw414k732838900

Периодические издания

Перечень периодических изданий, получаемых библиотекой КБГУ, в которых студент может ознакомиться с современными достижениями в области схемотехники: Электронная промышленность, Микроэлектроника, Электроника НТБ, Нано и микросистемная техника.

Интернет-ресурсы

1. <http://portal.tpu.ru/SHARED/v/VALOTOV/Nayka/Tab1/4.pdf>
2. <https://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-izdaniya/Osnovy-tehnologii-elektronnoi-komponentnoi-bazy-98334/1/978-5-7883-1750-2>

Перечень актуальных электронных информационных баз данных, к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2024-2025 уч.г.)

№п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
РЕСУРСЫ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ					
1.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии пе-	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №55/ЕП-223 от 08.02.2024 г. Активен до 15.02.2025г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

		риодических изданий по различным областям знаний.			
2.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://rusneb.ru/	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Бессрочный	Авторизованный доступ с АРМ библиотеки (ИЦ, ауд.№115)
3.	ЭБС «IPSMART»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	http://iprbookshop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Красногорск, Московская обл.) №156/24П от 04.04.2024 г. срок предоставления лицензии: 12 мес.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	ЭБС «Юрайт» для ВО	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №54/ЕП-223 От 08.02.2024 г. Активен по 28.02.2025 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
РЕСУРСЫ ДЛЯ НАУКИ					
5.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное	Полный доступ
6.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prlib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214)
7.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального до-	Доступ по IP-адресам КБГУ

		отраслям		говора)	
--	--	----------	--	---------	--

10. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

1. Студенты имеют доступ через Интернет доступ к единому образовательному portalу, где в открытом доступе имеются ресурсы учебно-методической литературы, являющиеся разработками ведущих вузов России.
2. Для рейтингового контроля используется система компьютерного тестирования на базе программного обеспечения Moodle.
3. В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерные классы с современным программным обеспечением и имеющим выход в Интернет.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ.

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины включает в себя:

- **Учебная аудитория для проведения учебных занятий – 418**, которая оснащена оборудованием и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, интерактивная доска, доска стационарная). Комплект учебной мебели – 38 посадочных мест.

- **Компьютерный класс для проведения лабораторных и практических занятий, текущего контроля, промежуточной аттестации - 324**, который оснащен комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ. 14 посадочных мест. Компьютерная техника обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Электронно-библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда КБГУ обеспечивают доступ (удаленный доступ) обучающимся, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

- **Помещение для самостоятельной работы - 311. Электронный читальный зал №3. Читальный зал естественных и технических наук**, оснащен комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ. 22 посадочных места. Компьютерная техника обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Электронно-библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда КБГУ обеспечивают доступ (удаленный доступ) обучающимся, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

- **Помещение для самостоятельной работы – 115. Электронный читальный зал №1**, оснащен комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ. 28 посадочных мест. Компьютерная техника обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Электронно-библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда КБГУ обеспечивают доступ (удаленный доступ) обучающимся, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Для проведения занятий имеется необходимый комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Список лицензионного программного обеспечения

- Антивирусное средство для защиты ПК (продление) Kaspersky Endpoint Security.

- Система оптического распознавания текста (продление) SETERE OCR
 - Многофункциональный редактор (продление) Content Reader PDF 15 Business.
 - РЕД ОС. Техническая поддержка для образовательных учреждений на 1 год. Конфигурация: Сервер. Стандартная редакция. Базовый уровень.
 - РЕД ОС. Техническая поддержка для образовательных учреждений на 1 год. Конфигурация: Рабочая станция. Стандартная редакция. Базовый уровень.
 - Российский кроссплатформенный пакет приложений для совместной работы с офисными документами Р7-Офис.
 - Многофункциональный кроссплатформенный графический редактор AliveColors Business.
 - Программный продукт, основанный на исходном коде свободного проекта Wine, предназначенный для запуска Windows-приложений на операционных системах семейства Linux.
- свободно распространяемые программы:

7Zip;

DjVu Plug-in;

Система локальной сети КБГУ предоставляет возможность одновременной работы большого количества пользователей как в локальной сети вуза, так и через сеть «Интернет» с соблюдением требований информационной безопасности и ограничением доступа к информации. Электронная информационно – образовательная среда КБГУ позволяет осуществлять работу обучающихся из любой точки доступа, в том числе извне вуза.

Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые) - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие) – звукоусиливающая аппаратура, мультимедийные средства и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах;
4. 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, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачета/экзамена оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;
- в) для глухих и слабослышащих:
 - на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
 - зачет/экзамен проводится в письменной форме;
 - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
 - по желанию студента экзамен может проводиться в письменной форме;
- д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):
 - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
 - по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Приложение 1

Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля) «**Основы технологии электронной компонентной базы**» по специальности 12.05.01 Электронные и опто-электронные приборы и системы специального назначения, специализация: «Опто-электронные информационно-измерительные приборы и системы» на 2025 – 2026 учебный год

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

*Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры
электроники и цифровых информационных техно-
логий, протокол №_____*

от «_____» «_____» 2024 г.

Заведующий кафедрой

_____ / Р.Ш. Тешев / _____

подпись

расшифровка подписи

дата

