

**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

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП

Директор ИИЭ и Р

_____ **Р.Ш.Тешев**

_____ **Б.В. Шогенов**

« _____ » _____ 2024 г.

« _____ » _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.06.04 «ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

Направление подготовки
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность: **Современные информационные технологии в электронной технике**

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Нальчик 2024

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Технология материалов электронной техники» /сост. Р.Р. Нагаплежева – Нальчик: КБГУ, 2024 - 21 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины (модуля) «Технология материалов электронной техники» вариативной части Б1.О.06.04 бакалаврам очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиль Современные информационные технологии в электронной технике, обучающихся в 3 семестре, 2 курса.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Технология материалов электронной техники» составлена в соответствии с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 г. №927 и зарегистрированного приказом Министерства юстиции Российской Федерации от 10.10.2017 №48494.

Содержание

1.	Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2.	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО.....	4
1.	3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины	4
2.	4. Содержание и структура дисциплины (модуля)	7
3.	Содержание и структура дисциплины (модуля)	9
4.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости.....	12
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	14
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	15
	Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	16

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью дисциплины является освоение 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 наноэлектроники.

Основными задачами дисциплины являются знать основные технологические приемы и методы, овладение методами расчета профилей распределения примеси в бинарных системах.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина включена в обязательную часть учебного цикла профессионально-образующих дисциплин.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: “Химия”, “Материалы электронной техники”, “Физическая химия и кристаллохимия полупроводников”.

Изучение дисциплины направлено на подготовку специалистов, способных решать проблемы, возникающие при производстве и эксплуатации изделий электроники и наноэлектроники с учетом области, типов и задач профессиональной деятельности в соответствии с профессиональными студентами:

40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники», который утвержден приказом Минтруда России от 03.07.2019 №480н и зарегистрирован Минюстом России 29.07.2019 №55439;

40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», который утвержден приказом Минтруда России от 07.09.2015 №593н (В редакции, введенной в действие с 20.01.2019 г. приказом Минтруда России от 14.12.2018 №807н) и зарегистрирован Минюстом России 23.09.2015 г. №38983

1. 3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Технология материалов электронной техники» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

б) общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных (ОПК-2);

- способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности (ОПК-3);

Код и наименование индикатора достижения компетенции:

- Способен рассматривать возможные варианты решения поставленной задачи, оценивает их достоинства и недостатки (ОПК-2.1);

- Способен провести выбор наилучшего способа проведения экспериментальных исследований (ОПК-2.2);

- Способен провести оценку погрешности результатов экспериментальных исследований (ОПК-2.3);

- Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации в требуемом формате при решении профессиональных задач (ОПК-3.1);

- Способен при решении профессиональных задач применить методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации с использованием современных компьютерных технологий (ОПК-3.1);

- Способен использовать методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации с соблюдением информационной безопасности (ОПК-3.1).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать: физико – химические основы технологических процессов в производстве полупроводниковых материалов и элементов электронной техники

- основные технологические методы и приемы

- связь параметров технологических режимов с характеристиками полупроводниковых материалов

- вычислительную технику для определения оптимальных условий протекания технологического процесса

- справочный аппарат в области полупроводникового материаловедения.

уметь: выбирать материалы для использования в аппаратуре электронной и микроэлектронной техники с учетом их характеристики, влияния на свойства внешних факторов;

владеть: информацией о технологии материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов наноэлектроники.

Таблица 1. Реализуемые трудовые функции
(в соответствии с профессиональными стандартами)

Профессиональный стандарт	Обобщенная трудовая функция	Трудовая функция	Уровень квалификации	Универсальные и общепрофессиональные компетенции
40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники» (Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 29 июля 2019 года, регистрационный N 55439)	D Разработка групповых технологических процессов и модернизация производства изделий микроэлектроник и	D/02.7 Организация и проведение экспериментальных работ по отработке и внедрению новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники	7	ОПК-2
40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур» (Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 23 сентября 2015 года, регистрационный N 38983)	D Руководство подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	D/01.7 Организация и контроль процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	7	ОПК-3

2. 4. Содержание и структура дисциплины (модуля)
4.1 Содержание разделов дисциплины

Таблица 2

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1.	Методы получения нанoeлектронных изделий и устройств	Введение. Молекулярно – лучевая эпитаксия (МЛЭ). Осаждение из газовой фазы (CVD). Физические принципы нанoeлектроники. Параметры квантовых точек: минимальный и максимальный размеры, структурное совершенство, плотность и однородность; особенности электронного спектра в структурах с квантовыми точками, зонная структура в кристаллах,	ОПК-2.1-2.3 ОПК – 3.1-3.3	ЛР, К, Т, РК
2.	2. Физико - химические основы процессов переработки сырьевых материалов	Химические процессы. Классификация химических реакций. Равновесие в химико – технологических процессах. Общая характеристика чистоты вещества и процессов разделения и очистки. Сорбционные процессы. Ионный обмен. Хроматография. Процессы жидкостной экстракции. Кристаллизационные процессы. Фазовые диаграммы Равновесный и эффективный коэффициенты	ОПК-2.1-2.3 ОПК – 3.1-3.3	ЛР, К, Т, РК

		распределения.		
3.	Физико химические основы процессов затвердевания.	- <p>Процессы жидкостной экстракции. Кристаллизационные процессы. Фазовые диаграммы Равновесный и эффективный коэффициенты распределения. Процессы перегонки через газовую фазу. Сублимация и дистилляция. Закон Рауля Очистка веществ с помощью химических транспортных реакций. Технология получения монокристаллических материалов. Важнейшие методы получения монокристаллов из жидкой фазы. Краткая характеристика методов Бриджмена, Пфана и Чохральского. Методы выращивания профильных монокристаллов. Основные принципы формообразования. Метод Вернейля. Технология монокристаллов полупроводниковых соединений A^3B^5, A^2B^6, A^4B^6 Легирование кристаллов в процессе выращивания из жидкой фазы.</p>	ОПК-2.1-2.3 ОПК – 3.1-3.3	ЛР, К, Т, РК

		<p>Распределение примесей в выращиваемых кристаллах. Методы получения однородно легированных монокристаллов. Легирование кристаллов в процессе выращивания из газовой фазе. Технология получения эпитаксиальных структур на основе полупроводниковых соединений для дискретных элементов и элементов функциональной электроники.</p>		
--	--	--	--	--

3. 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), рубежный контроль (РК), тестирование (Т).

Таблица
1

№	Наименование раздела	Содержание раздела/темы	Форма текущего контроля
1	Основы тепло массопередачи и химических процессов в технологии полупроводниковых и диэлектрических материалов	<p>Введение. Современное состояние производства и основные тенденции развития технологии полупроводниковых материалов</p> <p>Общая характеристика основных процессов технологии полупроводниковых материалов. Технологические процессы. Моделирование и оптимальное управление процессами.</p> <p>Процессы массопередачи и теплопередачи. Передача теплоты за счет теплового излучения и конвекции. Равновесные соотношения и основные параметры процессов массопередачи. Межфазный перенос, электроперенос и перенос в вакууме.</p>	(К), (РК), (Т), (ЛР)

2	Физико химические основы процессов переработки сырьевых материалов	<p>Химические процессы. Классификация химических реакций. Равновесие в химико – технологических процессах.</p> <p>Общая характеристика чистоты вещества и процессов разделения и очистки. Сорбционные процессы. Ионный обмен. Хроматография</p> <p>Процессы жидкостной экстракции. Кристаллизационные процессы. Фазовые диаграммы</p> <p>Равновесный и эффективный коэффициенты распределения.</p> <p>Процессы перегонки через газовую фазу. Сублимация и дистилляция. Закон Рауля</p> <p>Очистка веществ с помощью химических транспортных реакций</p>	(К), (РК), (Т), (ЛР)
3	Физико химические основы процессов затвердевания	<p>Образование кристаллических зародышей. Механизм и кинетика роста кристаллов. Поверхностная кинетика роста кристаллов. Влияние примесей на процессы роста кристаллов.</p> <p>Жидкофазная и газо-фазная эпитаксия. Механизмы и особенности эпитаксиального роста.</p> <p>Технология получения монокристаллических материалов. Важнейшие методы получения монокристаллов из жидкой фазы. Краткая характеристика методов Бриджмена, Пфана и Чохральского.</p> <p>Методы выращивания профильных монокристаллов. Основные принципы формообразования. Метод Вернейля</p> <p>Получение кристаллов из газовой фазы. Технология монокристаллов полупроводниковых соединений АЗВ₅, А2В₆, А4В₆</p>	(К), (РК), (Т), (ЛР)
4	Основы технологии получения монокристаллов полупроводниковых и диэлектрических материалов	Технология получения эпитаксиальных структур на основе полупроводниковых соединений для дискретных элементов и элементов функциональной электроники.	(К), (РК), (Т), (ЛР)
5	Методы получения самоорганизованных Si-Генаноструктур	<p>Фундаментальные предпосылки. Рост и особенности упорядочения ансамблей нанокластеров Ge. Морфологические перестройки. Особенности создания гетероструктур Si-Ge с помощью МЛЭ. Свойства самоорганизованных Si-Ge- наноструктур. Получение наноразмерных Si-Ge - структур методом термического испарения.</p>	(К), (РК), (Т), (ЛР)

6	Физико химические основы процессов легирования монокристаллов	Легирование кристаллов в процессе выращивания из жидкой фазы. Распределение примесей в выращиваемых кристаллах. Методы получения однородно легированных монокристаллов. Легирование кристаллов в процессе выращивания из газовой фазы.	(К), (РК), (Т), (ЛР)
---	---	--	----------------------

Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц (180 часов)

Таблица 3. Общая трудоемкость дисциплины

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	3 семеср	Всего
Общая трудоемкость (в зачетных единицах)	180	180
Контактная работа (в часах):	68	51
<i>Лекции (Л)</i>	34	34
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	34	17
Самостоятельная работа (в часах):	102	102
Курсовой проект (КП)	-	-
Курсовая работа (КР)	-	-
Самостоятельное изучение разделов	85	99
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27	27
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1	Введение. Современное состояние производства и основные тенденции развития технологии полупроводниковых материалов
2	Общая характеристика основных процессов технологии полупроводниковых материалов. Технологические процессы. Моделирование и оптимальное управление процессами.
3	Процессы массопередачи и теплопередачи. Передача теплоты за счет теплового излучения и конвекции. Равновесные соотношения и основные параметры процессов массопередачи. Межфазный перенос, электроперенос и перенос в вакууме.
4	Химические процессы. Классификация химических реакций. Равновесие в химико – технологических процессах.
5	Общая характеристика чистоты вещества и процессов разделения и очистки. Сорбционные процессы. Ионный обмен. Хроматография
6	Процессы жидкостной экстракции. Кристаллизационные процессы. Фазовые диаграммы Равновесный и эффективный коэффициенты распределения.
7	Процессы перегонки через газовую фазу. Сублимация и дистилляция. Закон Рауля Очистка веществ с помощью химических транспортных реакций

8	Образование кристаллических зародышей. Механизм и кинетика роста кристаллов. Поверхностная кинетика роста кристаллов. Влияние примесей на процессы роста кристаллов.
9	Жидкофазная и газо-фазная эпитаксия. Механизмы и особенности эпитаксиального роста.
10	Технология получения монокристаллических материалов. Важнейшие методы получения монокристаллов из жидкой фазы. Краткая характеристика методов Бриджмена, Пфана и Чохральского
11	Методы выращивания профильных монокристаллов. Основные принципы формообразования. Метод Вернейля
12	Получение кристаллов из газовой фазы. Технология монокристаллов полупроводниковых соединений A3B5, A2B6, A4B6
13	. Технология получения эпитаксиальных структур на основе полупроводниковых соединений для дискретных элементов и элементов функциональной электроники
14	Фундаментальные предпосылки. Рост и особенности упорядочения ансамблей нанокластеровGe.
15	Морфологические перестройки
16	Особенности создания гетероструктурSi-Ge с помощью МЛЭ
17	Свойства самоорганизованныхSi-Ge- наноструктур

Практические занятия (семинарские занятия) не предусмотрены учебным планом

Таблица 4. Лабораторные работы

№п/п	Тема
1	Исследование процесса затвердевания полупроводниковых материалов методом дифференциально – термического анализа
2	Моделирование процессов очистки германия и кремния методом зонной плавки
3	Моделирование процессов направленного легирования монокристаллов кремния в процессе выращивания методом Чохральского
4	Исследование особенностей синтеза полупроводниковых инконгруэнтно испаряющихся соединений
5	Получение пленок аморфного кремния методом катодного распыления
6	Расчет коэффициента распределения в бинарных системах полупроводник-примесь

Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Солнечные элементы на его основе
2.	Контроль качества полупроводниковых материалов по структурным и электрофизическим параметрам.
3.	Получение монокристаллических материалов из твердой и жидкой фаз.

4. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация**.

5.1.Оценочные материалы для текущего контроля.

☐ *Цель текущего контроля* – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Технология материалов электронной техники» и включает выполнение лабораторных работ: получения допуска к выполнению работы, выполнение работы, обработка результатов измерения, защита выполненной работы с отчетом в установленный срок.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

Критерии формирования оценок (оценивания) после выполнения лабораторных работ:

За одну лабораторную работу можно получить максимально 4 балла. ☐

Критерии оценивания

<i>Оценка</i>		
Допуск к работе 1 балл	Проведение эксперимента и обработка результатов измерения 1 балл	Защита работы 2 балла
<i>Студент знает название, цель работы и порядок выполнения работы.</i>	<i>Студент выполнил работу под руководством преподавателя или инженера и самостоятельно выполнил математическую обработку результатов измерения</i>	<i>Студент подготовил письменный отчет о выполненной работе, хорошо знает теоретический материал по теме лабораторной работы, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.</i>

Методические рекомендации к лабораторным занятиям

Выполнение каждой лабораторной работы складывается из следующих этапов.

Самостоятельная подготовка студентов к работе. Перед началом работы студенты должны четко представлять себе цель работы, знать схему, метод измерения, физическую сущность ожидаемых результатов. Должен быть подготовлен протокол измерений, содержащий таблицы для записи результатов измерений и основные расчетные формулы. Студенты, не подготовившиеся к работе в соответствии с этими требованиями, к выполнению работы не допускаются.

Проведение эксперимента . Этот этап осуществляется в соответствии с методическими указаниями, которые содержатся в описании к каждой работе. Лабораторные измерения на стенде студент может начать только после собеседования с преподавателем и получения соответствующего допуска. Любые изменения в схеме проводятся при отключении схемы от источника напряжения. Результаты измерения проверяются преподавателем.

Составление отчета о проделанной работе. Отчёт должен содержать исчерпывающие данные, как о цели работы, так и о результатах в следующей последовательности: задание; схема

установки и описание методики измерений; первичные экспериментальные результаты за подписью преподавателя; результаты обработки экспериментальных данных, включая графики, таблицы; 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. Недопустимо приведение формул, таблиц без разъяснений всех обозначений и сокращений. Полученные зависимости должны сопровождаться теоретическим обоснованным объяснением причин влияющих на их ход, для чего в процессе составления отчета студент обязан по литературным источникам ознакомиться с материалом, который был объектом его исследования в лаборатории. Без такого ознакомления с испытуемым методом студент не будет в состоянии дать правильный анализ процессов, происходящих в материале при эксперименте.

Защита лабораторной работы с представлением отчета. При сдаче отчета студенты должны показать понимание сущности физических явлений в исследованных материалах, объяснить полученные результаты и сделать выводы. При работе в лаборатории необходимо строго выполнять все правила техники безопасности и указания преподавателя.

Оценка лабораторных работ проводится в соответствии с положением об балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>). Задания для лабораторных занятий приведены в описаниях лабораторных работ, доступных на сайте информационной системы КБГУ (<http://open.kbsu.ru/>).

5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля.

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику.**

В качестве форм рубежного контроля используются тестирование (письменное или компьютерное) и проведение коллоквиума. Выполняемые работы должны храниться на кафедре в течение учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

Коллоквиум проводится в соответствии с положением о балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>). **Примерный перечень вопросов к коллоквиуму:**

1. Современное состояние производства и основные тенденции развития технологии полупроводниковых материалов
2. Общая характеристика основных процессов технологии полупроводниковых материалов
3. Строение и состав керамических материалов. Закономерности процесса формования
4. Технологические процессы. Моделирование и оптимальное управление процессами
5. Строение и свойства стекла. Классификация стекол
6. Процессы массопередачи и теплопередачи. Передача теплоты за счет теплового излучения и конвекции
7. Равновесные соотношения и основные параметры процессов массопередачи. Межфазный перенос, электроперенос и перенос в вакууме

8. Технология получения эпитаксиальных структур на основе полупроводниковых соединений для дискретных элементов и элементов функциональной электроники
9. Фазовые диаграммы
10. Равновесный и эффективный коэффициенты распределения

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 3 балла	хорошо 5 баллов	отлично 7 баллов
<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>

Тесты проводятся в соответствии с положением о балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>). По дисциплине создан фонд тестовых заданий для контроля в компьютерной форме, текущей успеваемости студентов. Полный перечень тестов приводится в банке тестовых заданий КБГУ. Доступ к тестам реализован на сайте информационной системы КБГУ (<http://open.kbsu.ru/>).

Образцы вариантов заданий:

1. Совокупность всех операций, которые сырье проходит сырье до получения изнего заданного продукта называется ### технологическим процессом
2. Совокупность способов и процессов переработки сырья в полупроводники и диэлектрики называется ### технологическим процессом
3. Способ переработки, изложенный как последовательное описание операций, протекающих в соответствующих аппаратах называется ### технологической схемой
4. Химико-технологические процессы получения полупроводниковых и диэлектрических материалов включают в себя такие элементарные процессы как:
 - а) физические
 - б) физико-химические
 - в) химические
 - г) технологические
5. Химико-технологические процессы получения полупроводниковых и диэлектрических материалов состоят из ... основных стадий

- а) трех
- б) четырех
- в) пяти
- г) шести

6. В первой стадии химико-технологических процессов получения полупроводниковых и диэлектрических материалов перерабатываемые вещества изменяют

- а) внешнюю форму
- б) физические свойства
- в) химическую формулу
- г) все перечисленное

7. Подвод реагирующих компонентов в зону реакции может совершаться

- а) диффузией или конвекцией
- б) абсорбцией или десорбцией газов
- в) конденсацией паров
- г) испарением жидкостей или возгонкой
- д) всеми перечисленными

8. Во второй стадии химико-технологических процессов получения полупроводниковых и диэлектрических материалов перерабатываемые вещества изменяют

- а) агрегатное состояние
- б) физические свойства
- в) химический состав
- г) все перечисленное

9. Результатом второй стадии химико-технологических процессов получения полупроводниковых и диэлектрических материалов является образование

- а) основного продукта
- б) основного и побочного продуктов
- в) отходов
- г) основного и побочного продуктов и отходов

10. В третьей стадии химико-технологических процессов получения полупроводниковых и диэлектрических материалов химические превращения ...

- а) происходят
- б) не происходят
- в) ускоряются
- г) замедляются

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>

Методические указания к самостоятельным работам

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Также к самостоятельным работам относятся выполнение курсовых работ.

Курсовая работа представляет собой итоговый предэкзаменационный этап в изучении учебного курса. Она представляет собой логически завершенное и оформленное в виде текста изложение студентом аналитического обзора по конкретному материалу или группе материалов электронной техники, рассматривающего особенности свойств, физико-химические аспекты технологии получения, перспективы практического применения их с позиций современных приложений в области микро- и нанoeлектроники.

Значение курсовой работы заключается в том, что студент самостоятельно выполняет ее в письменной форме, развивая тем самым навыки самообразования, творческой деятельности, овладевает методами современных научных исследований, углублено изучает вопросы, темы, разделы учебной дисциплины.

Требования к курсовой работе

Курсовая работа - вид учебной работы по изучаемой дисциплине (модулю), предусмотренный рабочим учебным планом и выполняемый студентом самостоятельно под руководством преподавателя.

Целью курсовой работы является закрепление и систематизация теоретических знаний в ходе самостоятельного изучения исследовательской проблемы. Задачи курсовой работы:

- проверка знаний, полученных студентом в ходе изучения дисциплины; □ формирование умений самостоятельной работы с литературой.

Курсовая работа должна представлять собой завершенное исследование, в котором анализируются исследовательские проблемы в рассматриваемой области, и раскрывается содержание и технологии разрешения этих проблем не только в теоретическом, но и в практическом плане на местном, региональном или федеральном уровнях. Работа должна носить творческий характер, отвечать требованиям логического и четкого изложения материала,

доказательности и достоверности фактов, отражать умения студента пользоваться рациональными приёмами поиска, отбора, обработки и систематизации информации и содержать теоретические выводы и практические рекомендации.

Курсовая работа должна содержать следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- оглавление (если текст работы делится на главы) или содержание (в том случае, если текст работы делится на разделы);
- введение;
- основная (расчетная) часть;
- заключение;
- библиографический список;
- графическая часть (при необходимости); □ приложения (при необходимости).

Выполнение курсовой работы складывается из нескольких этапов: анализ литературных и иных источников информации, составление плана работы, накопление и обработка фактического материала, расчет профилей распределения примесей, написание и оформление работы, защита курсовой работы.

Завершенная курсовая работа за неделю до защиты представляется студентом руководителю, который решает вопрос о допуске студента к защите курсовой работы.

Результаты защиты курсовой работы оцениваются дифференцированной отметкой («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), которая записывается в ведомость и зачётную книжку студента. Оценка «неудовлетворительно» проставляется в экзаменационную ведомость, в зачётную книжку не вносится.

Критерии оценивания курсовой работы

<i>Оценка</i>			
<i>неудовлетворитель но менее 61 балла</i>	<i>удовлетворительно 61-80 баллов</i>	<i>хорошо 81-90 баллов</i>	<i>отлично 91-100 баллов</i>
Работа выполнена не в соответствии с утвержденным планом, не раскрыто содержание каждого вопроса. Студентом не сделаны выводы по теме работы. Грубые недостатки в оформлении работы. При защите работы студент не владеет материалом, не отвечает на вопросы.	<i>Работа выполнена в соответствии с утвержденным планом, но не полностью раскрыто содержание каждого вопроса. Студентом не сделаны собственные выводы по теме работы. Грубые недостатки в оформлении работы. При защите работы студент слабо владеет материалом,</i>	Работа выполнена в соответствии с утвержденным планом, полностью раскрыто содержание каждого вопроса. Незначительные замечания к оформлению работы. При защите работы студент владеет материалом, но отвечает не на все вопросы.	<i>Работа выполнена в соответствии с утвержденным планом, полностью раскрыто содержание каждого вопроса, студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме работы. Оформление работы соответствует предъявляемым требованиям. При защите работы</i>

	<i>отвечает не на все вопросы.</i>		<i>студент свободно владеет материалом и отвечает на вопросы.</i>
--	------------------------------------	--	---

Экзамен проводится в соответствии с положением о балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>). Список вопросов.

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Современное состояние производства и основные тенденции развития технологии полупроводниковых материалов
2. Общая характеристика основных процессов технологии полупроводниковых материалов
3. Строение и состав керамических материалов. Закономерности процесса формования
4. Технологические процессы. Моделирование и оптимальное управление процессами
5. Строение и свойства стекла. Классификация стекол
6. Процессы массопередачи и теплопередачи. Передача теплоты за счет теплового излучения и конвекции
7. Равновесные соотношения и основные параметры процессов массопередачи. Межфазный перенос, электроперенос и перенос в вакууме
8. Технология получения эпитаксиальных структур на основе полупроводниковых соединений для дискретных элементов и элементов функциональной электроники
9. Фазовые диаграммы
10. Равновесный и эффективный коэффициенты распределения
11. Основные принципы формообразования. Метод Вернейля
12. Процессы перегонки через газовую фазу. Сублимация и дистилляция
13. Краткая характеристика методов Бриджмена, Пфана и Чохральского
14. Образование кристаллических зародышей. Механизм и кинетика роста кристаллов
15. Поверхностная кинетика роста кристаллов. Влияние примесей на процессы роста кристаллов
16. Жидкофазная и газо-фазная эпитаксия
17. Механизмы и особенности эпитаксиального роста
18. Химические процессы
19. Классификация химических реакций
20. Равновесие в химико – технологических процессах
21. Общая характеристика чистоты вещества и процессов разделения и очистки
22. Сорбционные процессы
23. Ионный обмен
24. Хромотография
25. Процессы жидкостной экстракции
26. Ионный обмен. Хромотография.
27. Процессы жидкостной экстракции.
28. Рост и особенности упорядочения ансамблей нанокластеровGe.
29. Морфологические перестройки.
30. Особенности создания гетероструктурSi-Ge с помощью МЛЭ.
31. Свойства самоорганизованныхSi-Ge- наноструктур.
32. Получение наноразмерныхSi-Ge - структур методом термического испарения.
33. Получение нанокристаллических пленок кремния методом CVD.

34. Нанокристаллы кремния, полученные с помощью электрохимического процесса.
35. Образование собственных нанокристаллов в монокристаллическом кремнии.
36. Нанокристаллы кремния в матрице аморфного кремния
37. Получение нанокристаллов кремния через образование пористого кремния.
38. Альтернативный метод получения кремниевых самосвернутых структур
39. Распределение примесей в выращиваемых кристаллах. Методы получения однородно легированных монокристаллов.
40. Равновесные соотношения и основные параметры процессов массопередачи. Межфазный перенос, электроперенос и перенос в вакууме.

Методические рекомендации при подготовке к экзамену

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

Для подготовки к ответам на экзаменационные 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 к экзамену 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 экзамену должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

Критерии оценивания

<i>Оценка</i>			
<i>Неудовлетворительно менее 61 баллов</i>	<i>удовлетворительно 61-80 баллов</i>	<i>хорошо 81-90 баллов</i>	<i>отлично 91-100 баллов</i>
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.

1. 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Горелик С.С., Материаловедение полупроводников и диэлектриков. Учебник для вузов [Электронный ресурс] / Горелик С.С., Дашевский М.Я. - М. : МИСиС, 2003. - 480 с. - ISBN 5-87623-018-7 - Режим доступа:

Основная литература

Дополнительная литература

1. Герасименко, Пархоменко, Ю. Н. Кремний - материал наноэлектроники. М.: Техносфера, 2007. 351 с.
2. Раскин, А. А. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники: учеб. пособие для вузов. Ч.1 / А. А. Раскин, В. К. Прокофьева. - М. : БИНОМ. Лаборатор. знаний, 2010. - 165 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996314706.html>
3. Киреев В.Ю. Технологии микроэлектроники. Химическое осаждение из газовой фазы / Киреев, Валерий Юрьевич, А. А. Столяров. - М.: Техносфера, 2006. - 191 с.
4. Ю.М.Таиров, В.Ф.Цветков. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. СПб., Изд. Лань, 2002 г., 418 с.
8. А.А. Барыбин. Физико-технологические основы электроники. СПб, Лань, 2001 г., 268 с.
9. Пасынков В. В. Материалы электронной техники : учебник для вузов по спец. "Полупроводники и диэл.", "Полупроводниковые и микроэл.приборы" / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1986. - 368 с.
10. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. М., Высшая школа. 1986 г.

Периодические издания

1. Физика твердого тела
2. Материаловедение
3. Микроэлектроника

Интернет-ресурсы

1. Nanotechnology Industries (<http://www.nanoindustries.com>)
2. Нанотехнологическое сообщество «Нанометр» (<http://www.nanometer.ru>)
3. Аналитический портал химической промышленности (<http://www.newchemistry.ru>)
4. Журнал «В мире науки» (<http://www.sciam.ru>)
5. Официальный сайт Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>)
6. Проект «Открытый университет» КБГУ (<http://open.kbsu.ru>)
7. Электронная библиотека КБГУ (<http://lib.kbsu.ru>)
8. Электронно-библиотечная система IPR Books (<http://www.iprbookshop.ru>)
9. ЭБС "Консультант студента" (<http://www.studentlibrary.ru/>)
10. Научная электронная библиотека eLibrary (<https://elibrary.ru>)

11. Консультант плюс (<http://www.consultant.ru/>)

12. Гарант (<http://www.garant.ru/>)

Методические указания по проведению различных занятий

Методические указания приводятся в описании всех лабораторных работ, предусмотренных настоящим курсом. Доступ к описаниям лабораторных работ реализован на сайте информационной системы КБГУ (<http://open.kbsu.ru/>).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническую базу для проведения занятий по дисциплине составляют:

- специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного типа №134, оснащенная мультимедийным проектором и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы;
- рабочее место преподавателя; 2 рабочие места студентов.

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

Дисциплина обеспечена:

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

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются:

лицензионное программное обеспечение:

- Продукты Microsoft (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;
- AltLinux (Альт Образование 8);

свободно распространяемые программы:

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;

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:

- 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 опорнодвигательного 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).

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

Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины
«Технология материалов электронной техники»
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
на 20_ – 20_ учебный год

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

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры
электроники и информационных технологий,
 протокол № _____ от «___» _____ 20____г.

Заведующий кафедрой

_____ / Р.Ш. Тешев _____ /
 подпись расшифровка подписи дата