

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 образовательной
программы

Директор ИИЭ и Р

_____ **Р.Ш. Тешев**

_____ **Б.В. Шогенов**

«_____» _____ 2024 г.

«_____» _____ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.ДВ.02.02 «МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»**

Направление подготовки
11.03.01 Радиотехника

Профиль: **Интегрированные системы безопасности**

Квалификация (степень) выпускника:
Бакалавр

Форма обучения:
Очная

Нальчик, 2024 г.

Рабочая программа дисциплины: **Материалы электронной техники** /сост. Гаев Д.С. –
Нальчик: КБГУ, 2024 - 24с.

Рабочая программа дисциплины предназначена для студентов очной формы обучения
направления подготовки по направлению подготовки 11.03.01 – Радиотехника, 2 семестра, 1
курса.

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом федерального государственного
образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.01–
Радиотехника утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Феде-
рации от 19 сентября 2017 г. № 931.

Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины(модуля)	4
4. Содержание и структура дисциплины	5
4.1. Содержание разделов дисциплины	5
4.2. Структура дисциплины.....	7
4.3. Лекционные занятия	7
4.4. Практические (Семинарские) занятия.....	8
4.5. Лабораторные работы	9
4.6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины	9
4.7. Курсовая работа.....	9
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	9
5.1. Коллоквиум.....	10
5.2. Тесты	13
5.3. Задания для лабораторных занятий.....	15
5.4. Промежуточная аттестация	17
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.....	19
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	21
8. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий.....	22
9. Материально-техническое обеспечение работы	23
Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины.....	23

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование базовых знаний, позволяющих ориентироваться при решении задач выбора, получения и анализа функциональных и конструкционных материалов в производстве изделий электронной техники.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с основными типами материалов электронной техники и свойствами, характеризующими их;
- формирование знаний об основных процессах и явлениях, протекающих в материалах электронной техники;
- развитие умения анализировать и систематизировать научно-техническую информацию применительно к обоснованному выбору материалов для конкретного применения в технологии изделий электронной техники с учётом свойств, эксплуатационных характеристик и влияния на их внешних факторов.
- формирование навыков теоретического расчета и экспериментального исследования основных свойств материалов.

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 в структуре ОПОП ВО

Дисциплина « Материалы электронной техники» включена вариативную часть блока Б1.В.ДВ.02.02 учебного плана подготовки бакалавров по направлению ВО 11.03.01 Радиотехника по профилю " Интегрированные системы безопасности".

Преподавание дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин(модулей): "Математика", "Физика (общая)", "Химия".

Освоение учебной дисциплины (модуля) материалы и компоненты электронных средств, необходимо для последующего изучения дисциплин (модулей): «Электроника», «Основы конструирования и технологии производства РЭС», «Физика электровакуумных и полупроводниковых приборов», «Электронные приборы», выполнения выпускной квалификационной работы и приобретения знаний, умений и навыков, которые позволят обучающемуся 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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

профессиональных компетенций (ПК):

- **Способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению (ПК-3)** (профессиональный стандарт 40.058 Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники, трудовая функция В/01.6 - Анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и разработка рекомендаций по их устранению и предупреждению).

Код и наименование индикатора достижения компетенции:

- ✓ ПК-Б.3.1 Выявляет технологические факторы вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники.
- ✓ ПК-Б.3.2. Дает предложения по ликвидации брака в производстве изделий микроэлектроники.
- ✓ ПК-Б. 3.3. Предлагает внесение изменений в техпроцесс.

В результате освоения дисциплины студент должен:

✓

Знать:

- ✓ классификацию, свойства, технологию получения и применения основных материалов электронной техники;
- ✓ физические основы базовых методов измерения и контроля свойств материалов электронной техники;

Уметь:

- ✓ делать обоснованный выбор материалов для конкретного применения в технологии изделий электронной техники с учётом свойств, эксплуатационных характеристик и влияния внешних факторов;
- ✓ работать с информационно-справочными и поисковыми системами для поиска информации по материалам электронной техники и их свойствам, ориентированно на решение задач в профессиональной области;
- ✓ использовать математический аппарат для расчетов свойств материалов.

Владеть:

- ✓ навыками расчет а, измерения и контроля основных параметров материалов электронной техники;
- ✓ навыками самостоятельного изучения и решения вопросов и задач материаловедческого аспекта в профессиональной области.

4. Содержание и структура дисциплины

4.1. Содержание разделов дисциплины

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

Таблица 1. *Содержание разделов дисциплины*

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1.	Классификация и общие	Классификация и назначение материалов электронной техники. Роль материалов в развитии электроники.	ПК-3	Т,

	сведения о строении материалов электронной техники	<p>тронной техники.</p> <p>Общие положения о строении твердых тел. Особенности химической связи. Элементы структурной кристаллографии. Дефекты кристаллической структуры. Элементы зонной теории. Особенности зонной структуры металлов, полупроводников и диэлектриков. Распределение Ферми-Дирака и Максвелла Больцмана. Плотность электронных состояний.</p>		К, ЛР
2.	Проводники	<p>Физическая природа электропроводности металлов. Температурная зависимость удельного сопротивления металлов. Сопротивление металлов на высоких частотах.</p> <p>Влияние структурных дефектов на удельное сопротивление металлов. Удельное сопротивление металлических сплавов.</p> <p>Сопротивление тонких пленок. Размерный эффект удельного сопротивления.</p> <p>Сверхпроводимость и ее применение в науке и технике. Материалы высокотемпературной сверхпроводимости.</p> <p>Классификация проводников. Металлы высокой проводимости. Металлы с повышенным удельным сопротивлением. Припой.</p>	ПК-3	Т, К, ЛР
3.	Полупроводники	<p>Собственные и примесные полупроводники, их энергетические диаграммы. Статистика носителей заряда в собственных и примесных полупроводниках. Условия электронейтральности в собственных и примесных полупроводниках. Температурная зависимость проводимости полупроводников.</p> <p>Фотопоглощение и фотопроводимость. Неравновесные носители заряда. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда в полупроводниках.</p> <p>Электропроводность полупроводников в сильном электрическом поле. Эффект Ганна.</p> <p>Методы очистки и выращивания полупроводниковых кристаллов.</p> <p>Основные свойства германия и кремния, особенности технологии и область применения. Полупроводниковые соединения А3В5, А2В4, А4В4.</p>	ПК-3	Т, К, ЛР
4.	Активные и пассивные диэлектрики	<p>Основные характеристики различных типов поляризации диэлектрических материалов. Электропроводность диэлектриков. Электрическая прочность, электрический и тепловой пробой. Размерный эффект.</p> <p>Диэлектрические потери, физические причины существования диэлектрических потерь в материалах. Тангенс диэлектрических потерь.</p> <p>Пассивные диэлектрики. Основные сведения о структуре и физических свойствах полимеров. Пластмассы. Электроизоляционные компаунды. Неорганические стекла. Керамические материалы. Ситаллы.</p>	ПК-3	Т, К, ЛР

		Активные диэлектрики. Природа сегнетоэлектриков. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Электреты.		
5.	Магнитные материалы	Классификация веществ по магнитным свойствам. Природа магнетизма. Особенности намагничивания материалов. Кривая намагничивания ферромагнетика. Магнитный гистерезис. Эффект Баркгаузена. Доменная структура. Магнитотвердые и магнитомягкие материалы и их основные характеристики. Магнитные материалы специального назначения. ЦМД –структуры. Нанокompозитные магнитные материалы. Размерный эффект.	ПК-3	Т, К, ЛР
6	Перспективные материалы электроники	Нanomатериалы и наноструктуры. Материалы экстремальной электроники	ПК-3	Т, К, ЛР

4.2. Структура дисциплины

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часа)

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	2 семестр	Всего
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Контактная работа (в часах):	68	68
Лекции (Л)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Самостоятельная работа (в часах), в том числе и контактная:	31	31
Самостоятельное изучение разделов	31	31
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации	Зачет с оценкой	

4.3. Лекционные занятия

Таблица 3. Перечень тем лекционных занятий

№ п/п	Тема
1	Классификация и назначение материалов электронной техники.
2	Общие положения о строении твердых тел. Зонная структура.
3	Металлы. Электропроводность металлов и металлических сплавов
4	Сверхпроводники и их применение в науке и технике.
5	Материалы высокотемпературной сверхпроводимости.
6	Полупроводники. Собственная и примесная проводимость.

7	Электропроводность полупроводников в сильных электрических полях. Эффект Ганна.
8	Фотопроводимость и фотопоглощение полупроводников.
9	Методы выращивания и управления свойствами полупроводников
10	Кремний и германий: свойства, получение и применение электронной технике.
11	Диэлектрики: поляризация, диэлектрические потери, электропроводность и электрическая прочность.
12	Пассивные диэлектрики: пластмассы. электроизоляционные компаунды, стекла, ситаллы, керамика.
13	Активные диэлектрики: пьезоэлектрики, пирозэлектрики, электреты.
14	Магнитные материалы. Природа магнетизма и особенности намагничивания материалов.
15	Магнитные материалы специального назначения. ЦМД –структуры
16	Нanomатериалы и наноструктуры в электронике..
17	Материалы экстремальной электроники

4.4. Практические (Семинарские) занятия

Практические занятия (Семинарские занятия) не предусмотрены программой

4.5. Лабораторные работы

В таблице 4. Приводиться перечень тем лабораторных занятий и с указанием контролируемых компетенций.

Таблица 4. Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Код контро- лируемой компе- тенции (или ее части)
1	Определение типа проводимости полупроводниковых материалов	ПК-3
2	Измерение удельного сопротивления объёмных полупроводниковых материалов	ПК-3
3	Определение ширины запрещенной полупроводника	ПК-3
4	Измерение электропроводности плёночных полупроводниковых структур	ПК-3
5	Измерение времени жизни неосновных носителей заряда	ПК-3
6	Определение концентрации носителей заряда по измерениям ЭДС-Холла	ПК-3
7	Электрические и термоэлектрические свойства проводниковых материалов	ПК-3
8	Исследование свойств магнитомягких материалов	ПК-3

4.6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 5. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение

№ п/п	Вопросы	Код контро- лируемой компе- тенции (или ее части)
1	Сплавы высокого сопротивления. Припои. Неметаллические проводящие сплавы.	ПК-3
2	Полупроводниковые соединения A2B6, A4B6 и твердые растворы на их основе: основные свойства и области применения.	ПК-3
3	Термогальваномагнитные явления в полупроводниках. Эффект Холла. Эффект Зеебека. Эффект Пельтье.	ПК-1,
4	Термоэлектрические материалы. Термоэлектрическая добротность. Свойства и параметры материалов для термоэлектрических преобразователей. Особенности конструкции и технологии изготовления термоэлектрических холодильных модулей.	ПК-3
5	Жидкие кристаллы: классификация, свойства и применение.	ПК-3
6	Магнитомягкие и магнитотвердые материалы: основные характеристики и применение.	ПК-3

4.7. Курсовая работа

Курсовая работа не предусмотрена программой.

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости

и промежуточной аттестации

Оценочные материалы для текущего, рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине определяются учебным планом образовательной программы и действующим положением о балльно-рейтинговой системе аттестации студентов обучающихся по программам высшего образования Кабардино-Балкарского университета (Приказ № 159/О от 31 августа 2017г.). При аттестации обучающихся оценивается качество работы на занятиях (умение вести дискуссию, способность чётко формулировать свои мысли), уровень подготовки к самостоятельной деятельности, качество выполнения заданий (курсовой работы, лабораторных работ и др.). Текущий и рубежный контроль успеваемости студентов по дисциплине проводится по трем контрольным точкам. В конце 1/3 семестра 1-я контрольная точка, вторая контрольная точка- конец 2/3 семестра, а третья контрольная точка последние две недели семестра. Распределение баллов в рамках балльно-рейтинговой системы аттестации студентов приведено ниже:

Таблица 6. Распределение баллов текущего, рубежного контроля и экзамена

№		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3 точка
1.	Текущий контроль				
	посещение занятий	10 бал- лов	3 балла	3 балла	4 балла
	выполнение и защита лабо- раторных работ	21 балл	7 баллов	7 баллов	7 баллов
2.	Рубежный контроль				
	тестирование	15 бал- лов	5 баллов	5 баллов	5 баллов
	коллоквиум	24 балла	8 баллов	8 баллов	8 баллов
Итого		70 баллов	23 балла	23 балла	24 балла
3.	Экзамен	30 баллов	min – 15, max – 30 баллов		

5.1. Коллоквиум

В семестре проводятся 3 коллоквиума, каждый из которых оценивается в пределах от 0 до 8 баллов. Таким образом, максимальное количество баллов, которые может получить студент при условии успешной сдачи трех коллоквиумов равно 24.

На коллоквиумах контролируется формирование элементов общепрофессиональных компетенций ПК-3. Ниже приведен примерный перечень вопросов и заданий, выносимых на коллоквиумы:

1-коллоквиум(Раздел 1,2):

1. Перечислите типы химической связи в твердых телах и дайте краткую характеристику.
2. Перечислите дефекты кристаллической структуры и дайте краткую характеристику.
3. Приведите классификацию кристаллических систем и описание одной из них..
4. Дайте определение полиморфизма, приведите примеры аллотропных модификаций веществ.
6. Охарактеризуйте кристаллическую структуру типа алмаза.
7. Опишите кристаллическую структуру типа сфалерита.
8. Рассчитайте плотность упаковки атомов в ПК, ГЦК и ОЦК кристаллических решетках.
12. Сколько атомов приходится на элементарную ячейку в монокристалле арсенида галлия?

14. Выразите поверхностную плотность упаковки атомов в плоскости (100) монокристалла Si через период решетки, используя необходимые справочные данные.
18. Вычислите расстояние между ближайшими атомами в кристаллической решетке вольфрама, используя необходимые справочные данные.
19. Вычислите расстояние между ближайшими атомами в кристаллической решетке кремния, используя необходимые справочные данные.
20. Дайте определение анизотропии свойств твердых тел, назовите причины анизотропии.
21. Приведите схемы энергетических зон металлов, полупроводников и диэлектриков. Сравните по строению.
22. Выведите формулу расчета плотности электронных состояний в приближении эффективной массы.
23. Изложите основы электропроводности металлов в приближении Друде и Лоренца.
24. Выведите формулу расчета электропроводности в классическом приближении.
25. Припои: разновидности, свойства и применение.

2-й коллоквиум(Раздел 3,4):

1. Дайте определение собственного и примесного полупроводника. Изобразите зонную структуру собственного полупроводника, донорного и акцепторного полупроводника.
2. Объясните, как найти концентрацию основных и неосновных носителей заряда в электронном полупроводнике с известной степенью легирования на участке истощения примеси.
3. Объясните, как найти концентрацию основных и неосновных носителей заряда в дырочном полупроводнике с известной степенью легирования на участке истощения примеси.
4. Изобразите температурную зависимость равновесной концентрации носителей заряда в собственном полупроводнике. Объясните, как по этой зависимости определить ширину запрещенной зоны полупроводника.
5. Изобразите качественно температурную зависимость равновесной концентрации электронов в донорном полупроводнике в широком интервале температур. Укажите температуры истощения примеси и перехода к собственной проводимости.
6. От каких характеристик полупроводникового материала зависит температура истощения примеси?
7. Запишите условие квазинейтральности для полупроводника, легированного одновременно донорной и акцепторной примесью.
8. Сколько электронов находится на уровне Ферми в собственном полупроводнике при комнатной температуре?
9. Объясните, какая из дырок обладает большей энергией: в центре валентной зоны или у ее потолка?
10. Установите взаимосвязь между донорным или акцепторным поведением примесей замещения в ковалентных полупроводниках и валентностью примесного атома.
11. Объясните, как определить тип основных носителей заряда в полупроводнике по измерениям ЭДС Холла.
12. Объясните, как определить тип основных носителей заряда в полупроводнике по измерениям термо-ЭДС.
13. Каково отношение электронного тока к дырочному в собственном германии при $T=300\text{ K}$?
14. Каково отношение электронного тока к дырочному в собственном арсениде галлия $T=300\text{ K}$?
15. Всегда ли можно утверждать, что мы имеем дело с собственным полупроводником, если его удельное сопротивление близко к собственному? Почему?
16. Назовите основные механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках. Каковы для этих механизмов температурные зависимости подвижности?
17. Дайте сравнительную характеристику кремния и германия как материалов электроники.
18. Назовите основные области применения кремния и германия в электронной технике.
19. Охарактеризуйте кристаллическую структуру и химическую связь в полупроводниках AIII BV.

20. Почему у антимонида индия собственная удельная проводимость определяется только концентрацией электронов, а вкладом дырок можно практически пренебречь?

3-й коллоквиум (Раздел 5,6):

1. Назовите основные механизмы пробоя твердых диэлектриков.
2. Какой механизм пробоя характерен для диэлектриков при импульсном воздействии высокого напряжения?
3. Как оценить напряжение теплового пробоя диэлектрика?
4. Что такое диэлектрические потери? Какие факторы влияют на диэлектрические потери в твердых диэлектриках?
5. Полимерные диэлектрики: общая характеристика и применение в электронной технике.
6. Какой из полимерных диэлектриков сильнее нагревается в ВЧ электрическом поле: полиэтилен или поливинилхлорид?
7. Из какого материала Вы предлагаете изготовить изолятор СВЧ разъема: из политетрафторэтилена или полиэтилентерефталата? Почему?
8. Оцените напряжение пробоя для пленки полиимида толщиной 50 мкм в однородном электрическом поле.
9. Оцените напряжение пробоя для пленки полиэтилена толщиной 100 мкм в однородном электрическом поле.
10. Используя справочные данные, найдите отношение удельных диэлектрических потерь в полиэтилене и ПВХ при одинаковых условиях эксплуатации.
11. Найдите удельные диэлектрические потери в пленке лавсана при напряженности поля 105 В/м на частоте 1 МГц.
12. Влияние состава стекла на его свойства.
13. Классификация стекол по техническому назначению.
14. Найдите отношение температурных коэффициентов расширения электровакуумных стекол марки С37 и С90.
15. Для какого из материалов (кварц или силикатное стекло с большим содержанием Na_2O) шире интервал размягчения?
16. Классификация магнитных материалов по свойствам и техническому назначению.
17. Какие магнитомягкие материалы имеют высокое значение магнитной проницаемости в слабых магнитных полях?
18. Каково влияние кремния на свойства электротехнической стали?
19. Каковы частотные характеристики высокопроницаемых и низкопроницаемых ферритов?
20. Классификация наноматериалов по размерному фактору.
21. Приведите примеры наноструктур типа: квантовая точка, квантовая яма, квантовая проволока.

Методические рекомендации

При подготовке к коллоквиуму следует, прежде всего, просмотреть конспекты лекций и отметить в них имеющиеся вопросы коллоквиума. Если какие-то вопросы вынесены преподавателем на самостоятельное изучение, следует обратиться к учебной литературе, рекомендованной преподавателем в качестве источника. При подготовке к коллоквиуму также рекомендуется посещение консультаций для своевременного снятия возникших вопросов в процессе подготовки. Коллоквиум проводится в виде устного опроса и собеседования со студентом.

Критерии оценивания

Степень подготовленности студента на коллоквиуме оценивается по следующим критериям: - ясность, четкость и доказательность изложения ответов на вопросы; - владение специальными терминами; системность знаний по теме коллоквиума. Ниже приведена шкала оценивания.

Таблица 7. Критерии оценивания студента на коллоквиуме

Оценка			
2 балла «Неудовлетворительно»	4 балла «Удовлетворительно»	6 баллов «Хорошо»	8 баллов «Отлично»
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. Тесты

Тестирование по изучаемым разделам проводится 3 раза в семестр. На тестах контролируется формирование элементов профессиональной компетенции ПК-3. Ниже приведены образцы тестовых заданий:

Задание 1. При образовании ... связи происходит обобществление валентных электронов взаимодействующих атомов в объеме всего кристалла.

+: металлической

Задание 2. Силы, возникающие между дипольными молекулами, называются:...

+: ориентационными

-: индукционными

-: дисперсионными

Задание 3. $F_{\Phi-D}(W, T) = \left[1 + e^{\left(\frac{W - W_F}{k_0 T} \right)} \right]^{-1}$ - функция распределения Ферми – Дирака, где W_F –...

-: средняя энергия электрона

+: энергия Ферми

-: энергия состояния на дне зоны проводимости

Задание 4. Температура Дебая для большинства металлов лежит в пределах ...

-: 100-200 К

+: 400-500 К

-: 1000-1500 К

Задание 5.



На графике представлена зависимость удельного сопротивления металлической пленки от ее толщины. На участке III ответственными механизмами за перенос зарядов являются: ...

+: термоэлектронная эмиссия

+: туннелирование

- : электродиффузия
- : ударная ионизация

Задание 6. Согласно теории БКШ ширина энергетической щели сверхпроводника при критической температуре перехода T_c равна: ...

- +: $3.52kT_c$
- : kT_c
- : $(\frac{3}{2})kT_c$

Задание 7. К материалам высокой проводимости относятся: ...

- +: медь
- : кобальт
- : титан
- : железо
- : олово
- +: золото

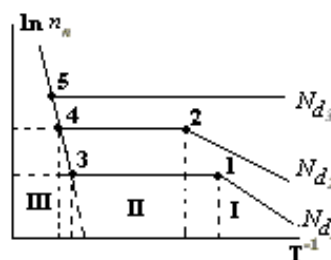
Задание 8. Полупроводник, в котором влиянием примесей на электрофизические свойства можно пренебречь называется: ...

- +: собственным

Задание 9. В полупроводнике n - типа условие электронейтральности выражается соотношением:....

- : $n_0 = p_0$
- : $p_p = n_p + N_a^-$
- +: $n_n = p_n + N_d^+$
- : $p_n + N_d^+ = n_n + N_a^-$
- : $p_p + N_d^+ = n_p + N_a^-$

Задание 10.



Приведены типовые температурные зависимости концентрации носителей заряда для полупроводника n – типа с различным уровнем легирования N_{d1} , N_{d2} , N_{d3} .

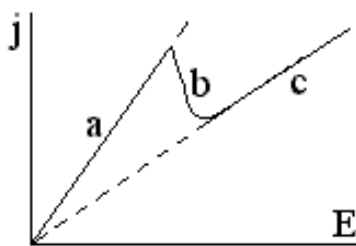
Область ... относится к температурному интервалу истощения примесей.

- +: II
- : I
- : III

Задание 11. Расставьте материалы по возрастанию длины волны максимума собственного поглощения

- D1: германий
- D2: кремний

Задание 12.



Приведена типовая зависимость плотности тока через полупроводник с многодолинной структурой зоны проводимости от напряженности поля.

Проводимость участка ... определяется движением тяжелых электронов.

-: a

-: b

+: c

Методические рекомендации

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

Таблица 8. Критерии оценивания результатов тестирования

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.

5.3. Задания для лабораторных занятий

(Контролируемые компетенции ПК-3)

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

методиками измерения параметров материалов. В рамках дисциплины студенты должны выполнить 8 лабораторных работ, охватывающих практически все разделы теоретического курса.

Пример типовой лабораторной работы

«Методы и средства исследования вещества в нанокристаллическом состоянии»

Цель работы:

1. Ознакомление с фотоэлектрическими свойствами полупроводника.
2. Экспериментальное определение времени жизни неравновесных носителей в полупроводниковых образцах методом релаксации фотопроводимости.

Контрольные вопросы и задания для допуска и сдачи работы

1. Какие носители заряда называются равновесными, а какие - неравновесными?
2. Приведите схему лабораторного стенда для измерения времени жизни носителей заряда.
3. Перечислите механизмы поглощения и дайте краткую характеристику.
4. Применение закона Закон Бугера-Ламберта-Бера на практике.
5. Какие механизмы генерации приводят к появлению свободных носителей заряда?
6. Что такое время жизни носителей заряда?
7. Дайте определение излучательной и безизлучательной рекомбинации.
8. Каковы основные механизмы рекомбинации ННЗ?
9. Выведите выражение, описывающее спад фотопроводимости.
10. Как меняется время жизни носителей заряда с увеличением концентрации примеси?

Методические рекомендации

Перед началом лабораторного практикума проводится вводное занятие. В рамках вводного занятия студенты знакомятся с лабораторией, проходят вводный инструктаж по технике безопасной работы с измерительным оборудованием и пожарной безопасности, до них доводятся цели и задачи практикума, организация и порядок выполнения работ. При необходимости формируются команды для выполнения работ малыми группами.

Выполнение каждой лабораторной работы складывается из следующих этапов.

1. 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.

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

3. Составление отчета о проделанной работе. Отчет 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 компьютерной обработки экспериментальных данных, включая графики, таблицы;
- общие выводы о работе и заключение, о качестве исследованных материалов.

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. Отчет должен быть понятен для каждого читающего без каких-либо дополнительных вопросов к составителям отчета.

Критерии оценивания

Оцениваются следующие этапы лабораторной работы:

1. Выполнение экспериментальной части работы.
2. Обработка результатов и подготовка отчета о выполненной работе.
3. Защита результаты лабораторной работы.

Студент выполнивший и защитивший все лабораторные работы по дисциплине получает в конце семестра 21 балл. Каждая лабораторная работа в зависимости от степени сложности и важности темы оценивается индивидуальным баллом (К). Шкала оценивания лабораторных работ устанавливается в начале семестра и доводится до сведения обучающихся студентов.

Таблица 9. Методика оценивание выполнения этапов лабораторной работы

№ п/п	Вид этапа	Рейтинговый балл
1.	Допуск и выполнение экспериментальной части работы	0,3К
2.	Представление отчета по требуемой форме в к сдаче работы	0,2К
3.	Защита работы	0,5К

Примечание: **К** – количество баллов, отводимое в рамках рейтинговой системы на данную работу, которое определяется преподавателем в начале лабораторного курса.

5.4. Промежуточная аттестация (Контролируемые компетенции ПК-3)

Изучение дисциплины завершается устным экзаменом. Примерный перечень основных вопросов к экзамену приведен ниже:

1. Понятие химической связи. Виды химической связи. Основные особенности и характеристики.
2. Понятие кристаллической решетки. Элементарная ячейка и ее характеристики.
3. Типы кристаллических систем. Решетки Браве.
4. Способы описания кристаллографических плоскостей и направлений
5. Понятие фазы. Фазовая структура твердых тел. Фазовые диаграммы состояния.
6. Основные элементы зонной структуры твердых тел. Энергетические уровни и зоны.
7. Особенности энергетических зон полупроводников, металлов и диэлектриков.
8. Понятие фазового пространства. Плотность электронных состояний.
9. Распределение Ферми-Дирака, Максвелла-Больцмана и особенности их применения.
10. Основные положения учения о электропроводности металлов в рамках классического и квантового подходов.
11. Температурная зависимость удельного сопротивления проводников.
12. Влияние структурных дефектов на удельное сопротивление проводников. Правило Матиссена, Нордгейма и Линде.
13. Электрические свойства тонких металлических пленок. Размерный эффект.
14. Основные положения теории БКШ. Понятие туннельного контакта. Особенности ВАХ туннельных контактов - нормальный металл - сверхпроводник и сверхпроводник – сверхпроводник.
15. Металлы с высоким удельным сопротивлением.
16. Металлы и металлические сплавы с высоким сопротивлением.
17. Припой.

18. Собственные полупроводники. Статистика носителей заряда. Температурная зависимость уровня Ферми.
19. Примесные полупроводники. Статистика носителей заряда. Температурная зависимость уровня Ферми.
20. Условие электронейтральности в полупроводниках.
21. Температурная зависимость электропроводности собственных и примесных полупроводников.
22. Неравновесные носители заряда и механизмы их рекомбинации.
23. Взаимодействие полупроводников с электромагнитным излучением. Механизмы поглощения света полупроводниками.
24. Спектральная зависимость коэффициента поглощения. Край фундаментального поглощения.
25. Закон Бугера – Ламберта - Бера.
26. Фотопроводимость полупроводников. Релаксация фотопроводимости.
27. Электропроводность полупроводников в сильных электрических полях. Полевые эффекты.
28. Эффект Ганна и области применения
29. Термогальваномагнитные эффекты в металлах и полупроводниковых материалах.
30. Контакт металл-полупроводник: энергетические диаграммы, свойства и применение.
31. Кремний: свойства, получение и применение.
32. Германий : свойства: получение и применение.
33. Арсенид галлия: свойств, получение и применение.
34. Карбид кремния: свойства, получение и применение.
35. Электропроводность простых и сложных диэлектриков. Основные механизмы проводимости.
36. Диэлектрическая проницаемость. Понятие поляризации диэлектриков. Механизмы поляризации.
37. Диэлектрики в сильных электрических полях. Виды электрического пробоя. Понятие электрической прочности диэлектриков.
38. Керамика: классификация, микроструктура, получение и применение.
39. Ситаллы: классификация, микроструктура, получение и применение.
40. Общие сведения о магнетизме. Опыт Герлаха - Штерна.
41. Лазерные стекла.
42. Классификация материалов по магнитным свойствам.
43. Зависимость магнитных свойств ферромагнетиков от внешних факторов. Эффект Баркгаузена. Магнитная точка Кюри.
44. Магнитотвердые материалы: свойства и применение.
45. Магнитотвердые материалы: свойства и применение.
46. Классификация наноматериалов.

Методические рекомендации при подготовке к экзамену

Подготовка студентов к экзамену включает проработку лекций, в течение семестра и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену, включая, 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. Механическое запоминание числовых значений характеристик материалов не рекомендуется, но студент должен отчетливо представлять себе порядок этих величин. Непосредственная подготовка студента к экзамену должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

Критерии оценивания

По итогам экзамена студенту, из максимального количества баллов, которое составляет 30, выставляется:

1) от 27 до 30 баллов, если владеет программным материалом по дисциплине в полном объеме; достаточно глубоко осмысливает дисциплину, исчерпывающе отвечает на все вопросы; умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы;

2) от 24 до 26 баллов, если владеет программным материалом почти в полном объеме (имеются пробелы только в некоторых особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенные, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах;

3) от 15 до 23 баллов, если владеет основным объемом программного материала по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускает ошибки по существу вопросов.

В случаях, когда обучающийся не освоил обязательный минимум программного материала по дисциплине, не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах, выставляется 0 баллов. Студент, набравший 36 баллов в ходе текущего и рубежного контроля, к экзамену не допускается. Ниже приведены критерии и показатели оценивания промежуточной аттестации.

Таблица 10. Критерии и показатели оценивания промежуточной аттестации

Шкала по традиционной пятибалльной системе			
Неудовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно /диф. зачет	Продвинутый уровень хорошо/ диф. зачет	Высокий уровень отлично/ диф. зачет
Шкала по балльно-рейтинговой системе			
36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100

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

Таблица 11. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения
Способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению - (ПК-3): ✓ ПК-3.1 Выявляет технологические факторы вызывающие погрешности изгото-	Знать: - основные законы, описывающие закономерности процессы и явления протекающие в материалах различной природы (проводники, полупроводники, диэлектрики, магнитные материалы) - (31). - классификацию, свойства, технологию получения и применения основных материалов электронной техники - (32); - физические основы базовых методов измерения и контроля свойств материалов электронной техники - (33); - принципы, методы и средства выполнения расчетов и вычислительных работ (34);
	Уметь: - делать обоснованный выбор материалов для конкретного применения в технологии изделий электронной техники с учётом поведения

<p>товления изделий микроэлектроники.</p> <p>✓ ПК-3.2. Дает предложения по ликвидации брака в производстве изделий микроэлектроники.</p> <p>✓ ПК-3.3. Предлагает внесение изменений в тех-процесс.</p>	<p>свойств, эксплуатационных характеристик и влияния на их внешних факторов - (У1);</p> <p>- работать с информационно-справочными и поисковыми системами для поиска данных по материалам электронной техники и их свойствам, ориентированно на решение задач в профессиональной области - (У2);</p> <p>- использовать математический аппарат для расчета свойств материалов и их характеристик - (У3).</p> <p>Владеть:</p> <p>- навыками математической обработки экспериментальных результатов для оценки погрешности измеряемой физической величины - ПК-1(В1);</p> <p>- навыками самостоятельного изучения специальной литературы для решения конкретных задач материаловедческого аспекта в профессиональной области - (В2).</p> <p>- работать с современным- (В3)и средствами измерения и контроля радиоэлектронными приборами;</p> <p>- проводить инструментальные измерения- (В4);</p>
--	--

Таблица 12. *Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания*

№	Состав	Формирование элементов компетенции		
1.	Содержание этапов	31,32,33,34	У1,У2,У3	В1,В2, В3,В4
2.	Виды занятий	1.Лекции 2.Консультации 3. Самостоятельная работа	1.Лабораторные работы 2.Самостоятельная работа	1. Лабораторные работы 2.Самостоятельная работа
3.	Средства оценивания	1. <i>Посещение занятий</i> (см., разд.5, Табл. 6). 2. <i>Коллоквиум</i> (см., разд.5, Табл.7) 3. <i>Тестирование</i> (см., разд.5, Табл.8) 4. <i>Экзамен</i> (см., разд.5, Табл.10)	1. <i>Допуск и выполнение лабораторной работы</i> (см., разд.5, Табл.9) 2. <i>Обработка результатов и подготовка отчета о выполненной работе.</i> (см., разд.5, Табл.9) 3. <i>Тестирование</i> (см., разд.5, Табл.8) 4. <i>Коллоквиум</i> (см., разд.5, Табл.7) 5. <i>Экзамен</i> (см., разд.5, Табл.10)	1. <i>Защита результатов лабораторной работы</i> (см., разд.5, Табл.9) 2. <i>Тестирование</i> (см., разд.5, Табл.8) 3. <i>Коллоквиум</i> (см., разд.5, Табл.7) 4. <i>Экзамен</i> (см., разд.5, Табл.10)

Уровень сформированности элементов компетенций в рамках изучения данной дисциплины включает четыре уровня:

- *низкий уровень*(оценка «неудовлетворительно») характеризуется либо отсутствием, либо частичной сформированностью элементов компетенций;

- *базовый уровень (оценка «удовлетворительно»)* является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины, в целом элементы компетенций сформированы;
- *продвинутый уровень (оценка «хорошо»)* характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- *высокий уровень (оценка «отлично»)* характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Ниже в таблице 13 приведены общие характеристики и критерии оценивания уровня освоения элементов компетенций закрепленными за дисциплиной.

Таблица 13. *Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам*

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
«Отлично» (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости.	Умеет применять полученные знания для решения производственных и исследовательски задач в изучаемой области	Владеет технологиями в изучаемой предметной области и имеет навыки их совершенствования.
«Хорошо» (продвинутый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия и категории в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения профессиональных задач	Адаптирует свое поведение к обстоятельствам в решении задач в изучаемой области
«Удовлетворительно» (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями в изучаемой области	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения несложных задач в изучаемой области	Способен выполнять работы в изучаемой области под контролем .
«Неудовлетворительно» (Низкий уровень)	Отрывочные знания, путает основные понятия и категории в изучаемой области.	Умения не позволяют выполнить несложные задачи в изучаемой области, совершает ошибки.	Испытывает трудности при решении задач в изучаемой области даже под руководством

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Пасынков, В. В. Материалы электронной техники: учеб. / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - 5-е изд., стереотип. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2003. - 367 с.(47экз., Библиотека КБГУ).
2. Материалы электронных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. А. Гатчин, В. Л. Ткалич, П. А. Камаев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2010. — 112 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67263.html>
3. Легостаев, Н. С. Материалы электронной техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. С. Легостаев. — Электрон. текстовые данные. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. — 239 с. — 978-5-86889-679-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72057.html>

Дополнительная литература

1. Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника.-СПб.: Питер, 2003.-512с.
2. Антипов Б.Л., Сорокин В.С., Терехов В.А. Материалы электронной техники. Вопросы и задачи. М.: Высшая школа, 1990.
3. Электротехнические материалы и изделия: справочник / И. И. Алиев, С. Г. Калганова. - М. : РадиоСофт, 2005. – 350.
4. Д.С. Гаев Материалы электронной техники. лабораторный практикум/ Д.С. Гаев, Р.Ш. Тешев- Нальчик: Каб. Балк. Ун-т, 2016- 99с.
5. Гаев Д.С., Тешев Р.Ш. Материалы электронной техники. Часть 1. Учебное издание. - Нальчик: Каб. – Балк. Ун - т, 2001, 63с.
6. Гаев Д.С. Материалы электронной техники. Методические разработки по темам и вопросам, выносимым на самостоятельную работу студентов. Учебное издание. -Нальчик: Каб. – Балк. Ун - т, 2002, 63с
7. Гаев Д.С. , Тешев Р.Ш. Материалы электронной техники. Тестовые задания для контроля знаний студентов. –Нальчик: Каб.-Балк. Ун-т, 2004.-59с.

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. Электронные версии журналов: “Физика твердого тела”, “Журнал технической физики”, “Письма в журнал технической физики”, “Физика и техника полупроводников”
<http://journals.ioffe.ru>.
6. www.nanonewsnet.ru – Сайт о нанотехнологиях в России.
7. www.nanodigest.ru – Интернет - журнал о нанотехнологиях
8. www.nano-info.ru - Сайт о современных достижениях в области микро- и нанотехнологий
9. www.nano-portal.ru - Портал посвящен развитию нанотехнологий и их внедрению в производство.
10. www.portalnano.ru/read/databases - База данных Федерального интернет-портала «Нанотехнологии и наноматериалы».

8. 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 пакетов Microsoft Excell, MathCad (Academic MathCAD License).
4. В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерные классы с современным программным обеспечением и имеющим выход в Интернет.
5. Продукты MICROSOFT (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription) № V 2123829.
6. Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition № лицензии 17E0-180427-050836-287-197.
7. Архиватор 7z (бесплатное ПО).
8. Программа для работы с pdf публикациями Adobe Reader (бес-платное ПО).
- 10 Пакет математического анализа SMath Studio (бесплатное ПО).

11. Система построения графиков SciDAVis (бесплатное ПО).
12. Среда разработки виртуальных приборов MyOpenLab (бесплатное ПО).

9. Материально-техническое обеспечение работы

Материально-техническую базу для проведения занятий по дисциплине составляют:

- 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), оснащенная мультимедийным проектором и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы;
- рабочее место преподавателя;
- рабочие места студентов;
- меловая доска.

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

Дисциплина обеспечена:

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

Дисциплина обеспечена:

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

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в лаборатории «Материалы и компоненты твердотельной электроники» и «Технология функциональных материалов и структур электроники», оснащенной следующим оборудованием и измерительной техникой:

1. Лабораторный стенд по изучению термоэлектрических явлений.
2. Установка магнетронного распыления материалов
3. Установка вакуум-термического напыления тонких пленок
3. Установка для измерения удельного сопротивления тонких пленок.
4. Лабораторный стенд изучения магнитных свойств.
5. Лабораторный стенд по измерению удельного сопротивления методом 4-х зондов.
6. Лабораторный стенд по измерению вольтамперных характеристик полупроводниковых элементов.
7. Лабораторный стенд по электрохимическому анодированию.
8. Лабораторный стенд измерения параметров полупроводниковых материалов по релаксации фотопроводимости.
9. Измеритель характеристик полупроводниковых приборов Л2-56;
10. Оптический микроскоп высокого разрешения LATIMET-20.
11. Установка контактной сварки.
12. Лабораторный стенд измерения ЭДС Холла.
13. Цифровые вольтметры, амперметры, мосты постоянного и переменного тока, генераторы, осциллографы, источники питания, мультиметры и др.
14. ПК-4 шт.
15. Ноутбук- 1 шт.
16. Оптический микроскоп МБС-1.

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

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются:

лицензионное программное обеспечение и свободно распространяемые программы:

- Microsoft Office 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;
- архиватор 7z, Adobe Acrobat Reader лицензия: предоставляется бесплатно на условиях по адресу <https://www.adobe.com/ru/legal/terms.html>;
- Mozilla Firefox лицензия: GPL/LGPL/MPL, Google Chrome лицензия: предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом по адресу <https://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html>.

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, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Лист изменений (дополнений)
в рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.02.02 «МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»
11.03.01– Радиотехника на 20 -20 учебный год

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

*Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры
электроники и цифровых информационных технологий,*

протокол № _____ от « ____ » _____ 2024 г.

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